P1497

ina

C.N.R.A
15 AVRIL 1987

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX

BTT-69

ISSN 0395-7519

BULLETIN TECHNIQUE

Nº 68 - JUIN 1987

trimestriel

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE

N° 68 - JUIN 1987

C.R.Z.V. de Theix - 63122 CEYRAT - Tel. 73.62.40.00

Sommaire

Productivité d'un troupeau de brebis selon le rythme de reproduction
A. BRELURUT 5

Facteurs de variations du taux protéique du lait de vache en exploitation. Etude dans l'aire de ramassage de la Coopérative fromagère de Laguiole (Aveyron)
J.B. COULON et M. BINET 11

Valeur nutritive de l'orge germée
C. DEMARQUILLY 19

Influence du Bolus Rumensin sur les performances de bœufs de races laitières en finition au pâturage de 24 à 30 mois
Ph. BERGE, D. MICOL, A. MULLER, et J.R. PECCATTE 25

Tourteaux et graines de colza et de tournesol : utilisation digestive par les ruminants
M. DOREAU et Brigitte MICHALET-DOREAU 29

Productivité d'un troupeau de vaches Salers allaitantes vêlant en fin d'été
J.M. GIRAUD, M. PETIT et Monique VICHARD 41

Evolution de la production laitière bovine et des caractéristiques du lait dans les pays tempérés
R. JARRIGE 47

L'évaluation et la sélection en France des taureaux de races à viande destinés à la monte naturelle. I. Le contrôle individuel en centre d'évaluation
F. MENISSIER, J. GAILLARD et G. RENAND 63

XVII[e] JOURNEES DU GRENIER DE THEIX

Clermont-Ferrand, 19-20-21 janvier 1988

Alimentation des ruminants : révision des tables de l'I.N.R.A.

THEME I : **Valeur nutritive des aliments et son expression**

Mardi 19 janvier 1988

8.00 - 8.50 Accueil des participants

8.50 - 9.00 Présentation
R. JARRIGE

9.00 - 10.00 Révision du système des UF.
M. VERMOREL et M. JOURNET

10.00 - 10.45 Révision du système PDI.
R. VERITE, Brigitte DOREAU et C. PONCET

11.15 - 11.45 Révision du système PDI (suite)

11.45 - 13.00 Révision du système des UE.
J.P. DULPHY, P. FAVERDIN et D. MICOL

14.45 - 15.30 Dosage des constituants pariétaux.
Sylvie GIGER et Sylvie POCHET

15.30 - 16.15 Valeur nutritive des fourrages. Tables et prévision
J. ANDRIEU et C. DEMARQUILLY

16.45 - 18.00 Valeur nutritive des aliments concentrés : tables et prévision.
D. SAUVANT, Jocelyne AUFRERE, Brigitte DOREAU et P. CHAPOUTOT

THEME II : **Besoins des animaux**

18.00 - 18.45 Besoins en lipides.
M. DOREAU, Y. CHILLIARD, P. MORAND FEHR et D. BAUCHART

Mercredi 20 janvier 1988

8.30 - 9.15 Besoins en acides aminés indispensables.
H. RULQUIN et C. CHAMPREDON

9.15 - 10.15 Besoins en macro-éléments minéraux.
L. GUEGUEN et F. MESCHY

10.45 - 11.30 Besoins en oligo-éléments.
M. LAMAND

11.30 - 12.15 Besoins en vitamines.
R. WOLTER

12.15 - 13.00 Conséquences de l'utilisation des additifs alimentaires et des hormones.
Y. GEAY et P. THIVEND

14.45 - 15.30 Variations du contenu digestif et des réserves corporelles chez les femelles.
B. REMOND, Y. CHILLIARD et M. PETIT

THEME III : **Apports alimentaires recommandés, capacité d'ingestion et rationnement**

15.30 - 16.45 Vaches laitières
A. HODEN et J.B. COULON

17.15 - 18.15 Chèvres laitières
P. MORAND FEHR, D. SAUVANT et B. VIGNON

18.15 - 19.00 Vaches allaitantes
M. PETIT et J. AGABRIEL

Jeudi 21 janvier 1988

8.30 - 9.15 Bovins d'élevage
J.L. TROCCON et P. BERGE

9.15 - 10.00 Bovins à l'engrais
Y. GEAY et D. MICOL

10.00 - 11.30 Ovins
M. THERIEZ, F. BOCQUIER et Sophie PRACHE

11.30 - 12.15 Méthodes de calcul des rations

MODALITES DE PARTICIPATION ET DOSSIER D'INSCRIPTION SUR DEMANDE EN RETOURNANT LE BULLETIN CI-DESSOUS à :

Secrétariat des XVII[èmes] Journées du Grenier de Theix
INRA Theix
63122 Ceyrat
Tél. : 73.62.40.00 - Télex INRATEX 990227 F

✂ .....

XVII[èmes] JOURNEES DU GRENIER DE THEIX

DEMANDE DE DOSSIER D'INSCRIPTION

NOM (S) ..... Prénom(s) .....

Organisme : .....

Adresse : .....

.....

.....

Code postal ..... Tél. : .....

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1987 (68) 5-10

Productivité d'un troupeau de brebis selon le rythme de reproduction

A. BRELURUT
avec la collaboration de P. DACHEUX
INRA-CRZV Theix, Laboratoire de la Production ovine, 63122 Ceyrat

L'augmentation de la productivité numérique des brebis demeure un des principaux objectifs à atteindre en élevage ovin. L'utilisation de femelles issues de croisement avec des races prolifiques ainsi que l'accélération du rythme des mises bas sont deux méthodes dont dispose l'éleveur pour atteindre rapidement cet objectif. Si la première a fait l'objet de nombreuses études (THERIEZ *et al.*, 1976 ; RICORDEAU, 1977 ; MARZIN et BRELURUT, 1979), on trouve peu de comparaisons permettant d'apprécier l'effet du rythme d'agnelage sur la productivité des brebis. De plus, ces comparaisons sont souvent établies entre des troupeaux différents, exploités chacun dans un système de reproduction (VAUR *et al.*, 1984).

Nous présentons ici les résultats d'un même troupeau, celui du CRZV de Theix, successivement conduit selon deux rythmes de reproduction : trois agnelages en deux ans et un agnelage par an. Ces résultats ne proviennent donc pas de la comparaison directe de deux rythmes de reproduction mais peuvent toutefois apporter des éléments de réflexion pour aider au choix de l'un ou l'autre des deux modes de conduite.

Un troupeau de F1 Romanov × Limousines a été constitué à partir d'un troupeau de Limousines dès 1969. Depuis 1981, une partie des Romanov × Limousines a été croisée avec des mâles INRA 401 en vue de leur absorption. Nous ne distinguerons pas les résultats de ce type de brebis de ceux des Romanov × Limousines car leur génotype et leurs performances sont très proches. Nous les regrouperons sous le terme de Croisées Romanov. Enfin, dès 1973, un troupeau d'Ile-de-France a été créé à partir d'animaux achetés à l'extérieur.

TABLEAU 1

Périodes prises en compte et effectifs

		Limousines	Croisées Romanov	Ile de France
	Périodes	1-1-74 au 31-12-82	1-1-74 au 31-12-82	1-1-74 au 31-12-79
3 agnelages en 2 ans	Années femelles	3430	2533	683
	Proportion d'agnelles (%)	18.7	20.4	43.9
	Périodes	1-10-83 au 30-9-86	1-10-83 au 30-9-86	1-1-81 au 31-12-86
un agnelage par an	Années femelles	769	785	910
	Proportion d'agnelles (%)	27.6	24.7	17.5

NB : Les données correspondant à la première année ayant suivi le changement de rythme de reproduction n'ont pas été utilisées, l'intervalle entre la lutte et la mise bas précédente variant selon le troupeau d'origine des femelles.

L'ensemble des trois génotypes a été soumis dès 1974 à un rythme de trois agnelages en deux ans auquel a succédé un rythme de un agnelage par an à partir de 1979 pour les Ile-de-France et 1982 pour les Limousines et les Croisées Romanov. Nous disposons ainsi des résultats de 10746 et 2295 mises bas respectivement pour chacun des rythmes de reproduction.

Les périodes et les effectifs pris en compte pour le calcul des différents critères de reproduction sont précisés dans le tableau 1, ces derniers étant définis en annexe. La proportion importante d'agnelles Ile-de-France durant la période de 3 agnelages en 2 ans correspond à la phase de constitution de ce troupeau. Par ailleurs, l'accroissement des effectifs de brebis Limousines et Croisées Romanov à partir de 1983 explique la proportion plus importante de jeunes femelles depuis le passage à un agnelage par an.

I. La conduite du troupeau

A. Reproduction

. *Rythme de trois agnelages en deux ans*

Les brebis étaient réparties en deux troupeaux d'égale importance dont les périodes de reproduction étaient décalées afin que les mises bas aient lieu en mars, juin et novembre. Les chaleurs des adultes étaient systématiquement induites par la méthode des éponges vaginales et injection de PMSG (600 UI en janvier, 500 en juin et 400 en octobre). La lutte de juin et octobre se faisait par insémination naturelle en lots, celle de janvier en main ou par insémination artificielle. Les agnelles nées en mars étaient luttées pour la première fois à 10 mois, celles nées en juin et novembre à un an, après injection, quelle que soit la saison de lutte, de 400 UI de PMSG au retrait des éponges. A chaque période de lutte, des béliers étaient introduits dans l'ensemble des lots durant 2 cycles de reproduction pour saillir les brebis non fécondées à l'œstrus induit ou restées vides lors de la lutte précédente.

. *Rythme d'un agnelage par an*

L'ensemble des brebis Limousines et Croisées Romanov est divisé en deux troupeaux : l'un est lutté en juin et l'autre en octobre après induction des chaleurs (éponges et 350 ou 300 UI de PMSG selon la saison). Les brebis Ile-de-France, conduites en un seul lot lutté à l'automne, reçoivent 350 UI de PMSG au retrait de l'éponge. Les agnelles sont saillies à huit mois, sur chaleurs induites en juin (300 UI de PMSG), en lutte naturelle à l'automne. Les agnelles Ile-de-France ont toutefois été luttées à cette saison après traitement hormonal, jusqu'en 1983. Les béliers sont également introduits durant deux cycles de reproduction dans les lots de femelles luttées ainsi que lors de la lutte d'octobre, dans le troupeau de brebis présumées gestantes.

B. Alimentation des brebis

. *Période de pâturage*

Dans le système de 3 agnelages en 2 ans, les brebis agnelant en mars étaient mises à l'herbe après sevrage de leurs agneaux à 6 semaines (15 avril - 1er mai) et y restaient jusqu'à l'entrée en bergerie, aux environs du 15 octobre, soit un mois avant la mise bas suivante. Une partie importante des ressources herbagères était fournie par des estives dans les Monts Dore, de début juin à début octobre. Les brebis qui agnelaient en juin, mises à l'herbe aux environs du 15 avril, entraient en bergerie pendant quelques jours durant la période de mise bas puis retournaient à l'herbe avec leur portée durant les deux mois d'allaitement. Le sevrage réalisé vers la fin août, elles restaient à l'extérieur jusqu'au 15 novembre.

Dans le système de 1 agnelage par an, les brebis qui mettent bas au printemps prolongent leur lactation à l'herbe du 15 avril jusqu'à fin mai ou fin juin, soit pendant 12 ou 16 semaines en fonction de la croissance des agneaux, selon le mode de conduite proposé par PRACHE *et al.* (1986). Elles entrent en bergerie, suivant la disponibilité en herbe, entre le 15 novembre et fin décembre.

Les femelles qui agnèlent en automne, mises à l'herbe également aux environs du 15 avril, entrent en bergerie un mois avant la mise bas, au cours de la première quinzaine d'octobre. La totalité de la période d'allaitement, d'environ 100 jours, se déroule en bergerie.

L'estive a été supprimée à partir de 1984 suite à des accidents graves et répétés provoqués par des chiens errants.

. *Période de stabulation hivernale en bergerie*

Les quantités de fourrages et d'aliments concentrés distribuées aux brebis Limousines sont reportées dans le tableau 2. La ration de fourrage destinée aux femelles Ile-de-France, d'un for-

TABLEAU 2

Rations hivernales moyennes distribuées aux brebis Limousines selon le stade physiologique et le rythme de reproduction

Stade physiologique	3 agnelages en 2 ans			1 agnelage par an		
	Durée période (jours)	Foin (Kg/brebis/j)	Concentré (Kg/brebis/j)	Durée période (jours)	Foin (Kg/brebis/j)	Concentré (Kg/brebis/j)
Fin de gestation	50	1,3	0,450	50	1,3	0,450
Lactation (allaitement double)	40	2,5	0,600	100	1,8	0,350
Période de repos ou début de gestation	110	1,8	-	50	1,1	-

mat plus important, est supérieure d'environ 150 g par jour à celle indiquée pour les brebis Limousines. En raison de leur prolificité élevée, les brebis Croisées Romanov ont reçu des quantités d'aliments concentrés également majorées de 150 g par jour en fin de gestation.

Quel que soit le rythme de reproduction, les brebis adultes allaitent au maximum 2 agneaux et les primipares un seul, les agneaux en surnombre étant élevés au lait artificiel.

II. Résultats de reproduction

Nous examinerons dans un premier temps les résultats bruts de reproduction observés aux différentes saisons de lutte pour chacun des deux rythmes d'agnelage (tabl. 3). L'analyse de la productivité des brebis (nombre d'agneaux par femelle et par an) selon le système de conduite ne peut toutefois pas être effectuée à partir de ces résultats globaux car la proportion d'agnelles n'est pas identique dans les deux systèmes de conduite. L'analyse des performances de ces jeunes femelles à la première saillie (tabl. 4) nous a permis de calculer les taux de productivité de troupeaux ayant la même proportion d'agnelles (tabl. 6). L'effet de l'âge sur les résultats de reproduction étant beaucoup moins importants à partir de 2 ans (MARZIN et BRELURUT, 1979), ces ajustements ont porté uniquement sur les performances à la première lutte.

A. Résultats bruts de reproduction (tabl. 3)

La diminution du rythme de reproduction a peu d'influence sur les performances des brebis Limousines. Toutefois le rythme d'un agnelage par an a un effet favorable sur chacun des critères de reproduction pour la lutte de juin, ce qui se traduit par un gain de productivité de 0,1 agneau par brebis mise à la lutte.

Les brebis Croisées Romanov sont plus fertiles et plus prolifiques lorsqu'elles sont conduites en un agnelage par an, quelle que soit la saison de lutte. Le gain de fertilité enregistré est toutefois plus important à l'occasion de la lutte de juin : + 6,8 points contre + 3,5 en octobre. De plus le taux de mortalité des agneaux étant inférieur en un agnelage par an, la diminution du rythme de reproduction a permis un accroissement de la productivité numérique de 0,2 ou 0,3 agneau par brebis luttée en octobre ou en juin.

En ce qui concerne les brebis Ile-de-France, la comparaison entre les deux systèmes ne porte que sur la lutte d'automne. L'augmentation des taux de fertilité (+ 7,6 points) et de prolificité (+ 24) provoquée par la diminution du rythme de reproduction est plus importante que chez les Croisées Romanov. On note également une diminution du taux de mortalité des agneaux, bien que la prolificité soit plus élevée. Globalement, la productivité numérique est donc accrue de 0,32 agneau par brebis. On peut remarquer le faible niveau de productivité de ces femelles pour les luttes de janvier et juin en 3 agnelages en 2 ans, respectivement 0,63 et 0,92 agneau par brebis présentée à la saillie.

B. Performances de reproduction à la première saillie

Les modifications apportées à la conduite des agnelles suite au changement de rythme de reproduction ont entraîné la mise en lutte à un âge plus précoce (tabl. 4). La différence d'âge à la première mise bas entre les deux systèmes de conduite est encore plus importante chez les femelles Ile-de-France, suite à la suppression des luttes de janvier et juin pour lesquelles les taux de fertilité sont faibles (tabl. 5).

Le passage à une lutte naturelle en octobre n'a pas eu d'effet sur la fertilité des agnelles mais a provoqué une baisse de prolificité, plus importante chez les femelles Croisées Romanov et Ile-de-France que chez les Limousines. La fertilité n'est pas affectée par ce changement de mode de lutte.

TABLEAU 3

Performances de reproduction de l'ensemble du troupeau selon le génotype des brebis, le rythme d'agnelage et la saison de lutte

Génotypes	Rythme d'agnelage	3/2ans			1/an		
	Mois de mise bas	Mars	Juin	Novembre	Mars	Novembre	
	Mois de lutte	X	I	VI	X	VI	
Limousines	Fertilité (%)	87,1	74,1	73,0	87,0	73,8	
	Prolificité (%)	180	146	164	187	172	
	Mortalité (%)	10,0	9,5	9,6	11,9	9,0	
	Productivité numérique (%)	141	98	109	144	119	
Croisées Romanov	Fertilité (%)	87,4	75,0	77,6	90,9	84,4	
	Prolificité (%)	251	214	212	261	221	
	Mortalité (%)	15,7	11,2	7,5	13,8	7,1	
	Productivité numérique (%)	185	142	142	205	173	
Ile de France	Fertilité (%)	88,1	56,7	69,9	95,7	-	
	Prolificité (%)	177	135	165	201	-	(1)
	Mortalité (%)	17,3	17,6	18,8	16,2	-	
	Productivité numérique (%)	129	63	92	161	-	

(1) Les brebis Ile de France en un agnelage par an sont conduites en un seul troupeau qui met bas en Mars.

TABLEAU 4

Ages moyens des agnelles au premier cycle de reproduction

Génotypes	Limousines		Crcisées x Romanov		Ile de France	
Rythme de reproduction	3/2ans	1/an	3/2ans	1/an	3/2ans	1/an
Nombre total d'agnelles à la première lutte	642	233	516	220	300	159
Age à la 1ère saillie	325 ± 36	246 ± 54	318 ± 56	235 ± 30	330 ± 63	276 ± 60
Age à la 1ère mise bas (jours)	496 ± 74	423 ± 86	481 ± 86	398 ± 58	522 ± 125	454 ± 95

TABLEAU 5

Performances de reproduction à la première saillie

Génotypes	Rythme d'agnelage	3/2ans			1/an		
	Mois de mise bas / Mois de lutte	Mars / X	Juin / I	Novembre / VI	Mars / X		Novembre / VI
Limousines	Fertilité (%)	92,5	82,0	78,4	97,7		82,8
	Prolificité (%)	148	143	149	134		167
	Mortalité (%)	9,2	7,0	8,0	10,5		6,7
	Productivité numérique (%)	124	109	107	117		129
Croisées Romanov	Fertilité (%)	95,8	95,3	71,4	98,1		88,9
	Prolificité (%)	224	209	205	197		211
	Mortalité (%)	20,7	8,5	14,6	20,1		4,4
	Productivité numérique	170	182	125	154	(1)	179
Ile de France	Fertilité (%)	94,7	66,7	54,5	99,0	87,3	-
	Prolificité (%)	162	138	166	135	163	-
	Mortalité (%)	19,1	16,7	15,9	23,6	11,4	-
	Productivité numérique (%)	124	77	76	102	126	-

(1) Résultats obtenus à partir de luttes sur oestrus induit, durant les trois premières années qui ont suivi le changement de rythme de reproduction.

TABLEAU 6

Performances de reproduction et productivité des brebis selon le génotype et le rythme d'agnelage

Génotypes	Limousines		Croisées Romanov		Ile de France	
Rythme d'agnelage	3/2ans	1/an	3/2ans	1/an	3/2ans	1/an
Luttes/♀/an	1,56	1,23	1,59	1,17	1,69	1,07
Mises bas/♀/an	1,22	1,00	1,27	1,00	1,19	1,00
Fertilité (%)	78,2	81,0	80,2	85,8	70,2	93,9
Prolificité (%)	166	187	227	246	161	198
Agneaux nés/♀/an	2,02	1,88	2,89	2,47	1,92	1,99
Mortalité (%)	9,8	11,2	11,9	10,7	17,6	15,9
Agneaux vivants/♀/an	1,83	1,66	2,55	2,21	1,58	1,68

Sur la lutte de juin, les résultats de fertilité et de prolificité ainsi que le taux de mortalité des agneaux sont meilleurs depuis la modification du système de conduite, malgré une première saillie effectuée à l'âge de 7 mois, soit 5 mois plus tôt que dans le système de 3 agnelages en deux ans.

Les fortes variations du taux de mortalité des agneaux issus de femelles Ile-de-France correspondent chacune à un changement de conduite. La modification du rythme d'agnelage a coincidé avec l'utilisation de béliers Romanov : le taux de mortalité a diminué de 7,7 points, les agneaux croisés étant plus vigoureux que ceux de race pure (HOUSSIN et BRELURUT, 1980). Le passage à une lutte naturelle et la moins bonne surveillance des mises bas due à leur étalement dans le temps a provoqué une nouvelle augmentation de la mortalité de 12,2 points.

C. Résultats de productivité corrigés (tabl. 6)

La proportion d'agnelles de renouvellement retenue est celle observée pour chacun des génotypes lorsque les troupeaux étaient à effectif constant. Elle est de 18,7 p.100, 20,4 p.100 et 17,5 p.100 respectivement pour les troupeaux de brebis Limousines, Croisées Romanov et Ile-de-France.

Les taux de fertilité et de prolificité sont systématiquement plus élevés avec un agnelage par an, surtout dans le cas de brebis Ile-de-France. Cette augmentation est due aux gains observés lors du changement de rythme de reproduction ainsi qu'à la suppression des luttes se situant hors de la saison sexuelle : janvier pour les Limousines et les Croisées Romanov, janvier et juin pour les Ile-de-France.

De plus, la présence de deux troupeaux de Limousines et de Croisées Romanov permet, par la lutte de rattrapage d'automne, d'accroître le nombre de luttes par femelle présente et d'obtenir, malgré une fertilité de 81 p.100, exactement une mise bas par brebis et par an. C'est également le taux de mise bas des Ile-de-France sur la seule lutte d'automne. Avec le rythme de 3 agnelages en 2 ans, le taux de mise bas par femelle présente et par an est plus élevé de 0,22, 0,27 et 0,19 mise bas pour les brebis Limousines, Croisées Romanov et Ile-de-France.

Globalement, la diminution de productivité consécutive au changement de rythme de reproduction s'élève à 0,17 et 0,34 agneau produit par femelle et par an pour les Limousines et les Croisées Romanov. Inversement, c'est dans le rythme de conduite le moins intensif que le niveau de productivité des brebis Ile-de-France est le plus élevé : 1,68 agneau produit en un agnelage par an contre 1,58 en trois agnelages en deux ans.

III. Discussion

Nous rappelons que les résultats obtenus ne proviennent pas de la comparaison directe des deux rythmes de reproduction. Cependant, le risque d'erreurs dues à la succession dans le temps des deux systèmes de conduite est faible : en effet, les conditions générales d'élevage sont restées les mêmes et le gain de productivité dû à l'amélioration génétique des animaux peut être considéré comme peu important, les périodes d'observation étant relativement brèves.

La diminution du rythme annuel des mises bas consécutive au changement de conduite des brebis Limousines et Croisées Romanov a été partiellement compensée par un accroissement de la prolificité et, pour les Croisées Romanov, par une réduction de la mortalité des agneaux. La différence de productivité entre les deux systèmes d'élevage pourrait encore être réduite par la mise à la lutte en période sexuelle favorable de l'ensemble des brebis conduites en un agnelage par an. C'est d'ailleurs ce qui explique les résultats observés chez les brebis Ile-de-France, plus productives en un agnelage par an. Toutefois, une meilleure adaptation du calendrier de reproduction par l'avancement des luttes de juin et janvier respectivement en mai et décembre aurait vraisemblablement permis à ces dernières d'obtenir de meilleures performances en trois agnelages en deux ans.

L'abaissement de l'âge à la première saillie s'est accompagné à la lutte de juin d'une amélioration de la prolificité et de la fertilité des agnelles. L'accroissement du nombre d'agneaux nés par mise bas peut être dû à une meilleure réponse au traitement hormonal, les femelles plus jeunes étant également plus légères, mais nous ne pouvons pas fournir d'explications satisfaisantes quant à l'amélioration de la fertilité. Toutefois, une première mise bas plus précoce suivie d'une lactation plus longue risque d'avoir une influence sur les performances des mises bas suivantes ainsi que sur le format adulte des femelles. Le changement de conduite n'est cependant pas intervenu depuis suffisamment longtemps pour pouvoir confirmer ce risque.

Malgré une prolificité plus élevée, la mortalité des agneaux est inférieure en un agnelage par an, sauf pour les Limousines agnelant en mars. Le taux de mortalité étant étroitement lié au poids à la naissance (HOUSSIN et BRELURUT, 1980), on peut penser que le rythme d'agnelage a une influence sur le poids des agneaux. Nous examinerons cette hypothèse à l'occasion d'un article ultérieur.

IV. Conclusion

Les conséquences de la diminution du rythme de reproduction sur les performances des brebis sont limitées : à une réduction théorique de 30 p.100 du nombre de mises bas correspond une diminution de 9 p.100 du nombre d'agneaux produits par les brebis Limousines, de 13 p.100 par les Croisées Romanov et une augmentation de 6 p.100 dans les cas des Ile-de-France.

Il faut cependant, pour apprécier l'efficacité d'un système, tenir compte de l'ensemble des contraintes qui lui sont liées. Par exemple, l'accroissement du taux de prolificité depuis le passage à un agnelage par an pose certains problèmes, tels que la réduction du poids à la naissance des agneaux ou l'augmentation du nombre d'agneaux en allaitement artificiel. Inversement, la diminution du nombre des périodes de mise bas, la possibilité de réduire les apports d'aliments concentrés en utilisant plus largement les réserves corporelles des brebis nous semblent des avantages essentiels apportés par la réduction du rythme d'agnelage.

C'est donc l'ensemble de ces facteurs qui devra être pris en compte par l'éleveur avant de porter son choix sur l'un ou l'autre des systèmes de conduite, le résultat de productivité numérique, bien qu'important, n'étant qu'un élément de l'ensemble.

Définitions des critères utilisés

. Année femelle : $\frac{\text{Nombre total de jours de présence}}{365}$

Les agnelles sont comptabilisées à partir de leur première saillie, comme le préconisent MARZIN et LIENARD (1984)

. Proportion d'agnelles : Nombre d'agnelles introduites pour 100 femelles présentes toute l'année

. Taux de fertilité : Nombre de femelles mettant bas pour 100 brebis à la lutte

Les brebis sorties de l'effectif entre la saillie et la date présumée de mise bas ne sont pas prises compte, ainsi que les avortements précoces, survenus durant les 4 premiers mois de la gestation.

. Taux de prolificité : Nombre d'agneaux nés pour 100 brebis mettant bas

. Taux de perte : Nombre d'agneaux morts pour 100 agneaux nés. Les avortons identifiés et les agneaux morts nés sont pris en compte.

. Taux de productivité numérique : Agneaux vivants pour 100 brebis mises à la lutte : il s'agit d'un taux de productivité pour une lutte et non d'un taux de productivité annuel.

Références bibliographiques

HOUSSIN Y., BRELURUT A., 1980. Mortalité avant sevrage d'agneaux de différents génotypes dans un troupeau en conduite intensive. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **40,** 5-12.

MARZIN J., BRELURUT A., 1979. Performances comparées des brebis Limousines et croisées Romanov en conduite relativement intensive. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **37,** 15-23.

MARZIN J., LIENARD G., 1984. Productivité en agneaux des troupeaux ovins. Réflexion sur le choix d'une méthode d'analyse. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **56,** 69-90.

PRACHE S., BRELURUT A., THERIEZ M., 1986. L'élevage de l'agneau à l'herbe. Effets de l'âge au sevrage sur les performances d'agneaux élevés à l'herbe puis engraissés en bergerie. *Ann. Zootech.*, **35** (3), 231-254.

RICORDEAU G., 1977. Paramètres de prolificité des brebis Romanov, Finnoises et croisées, comparaison avec d'autres races prolifiques. *Journées de la Recherche Ovine et Caprine,* 3ème, 38, 63.

THERIEZ M., TISSIER M., MOLENAT G., BRELURUT A., BRUN J.P., DACHEUX P., 1976. Productivité comparée de deux troupeaux de brebis Limousines et Romanov × Limousines en conduite intensive. Fédération Européenne de Zootechnie, 27ème Réunion annuelle, 23-26 août 1976, G 43, S 51, 1-6.

VAUR J.P., BRUEL J.L., TCHAMITCHIANL, BODIN L., 1984. Bilan zootechnique et économique du système des 3 agnelages en 2 ans dans le Lot et l'Aveyron. Evolution vers de nouveaux systèmes de production. *Journées de la Recherche Ovine et Caprine,* 9ème, 498, 526.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1987 (68) 11-18

Facteurs de variations du taux protéique du lait de vache en exploitation

Etude dans l'aire de ramassage de la Coopérative fromagère de Laguiole (Aveyron)

J.B. COULON* et M. BINET**

** INRA-CRZV Theix, Laboratoire de la Lactation, 63122 Ceyrat*
*** EDE Nord-Aveyron, 12500 Espalion*

L'évolution annuelle du taux protéique du lait de vache livré en laiterie présente, en France, 2 minima, en fin d'hiver et en milieu d'été. La diminution sensible du taux protéique que l'on observe depuis quelques années dans les zones herbagères du Centre et du Sud-Ouest en particulier (Contrôle laitier, 1983, 1984, 1985), conduit, au cours de ces 2 périodes difficiles à des taux inférieurs, à l'échelle de la laiterie ou du département, à 29 g p.1000. Cette situation pose des problèmes importants dans des régions où une partie importante du lait est transformée en fromage, ce qui est notamment le cas en zone de montagne. On sait en effet que la teneur en protéines du lait est un des facteurs de variations important du rendement fromager et de la qualité des fromages (KERJEAN, 1984).

Si l'on connait bien les principaux facteurs de variations de la composition chimique du lait, et en particulier du taux protéique, liés à l'animal (stade physiologique, race, état sanitaire...) ou au milieu (climat, alimentation...) et leurs effets propres (JOURNET et REMOND, 1980 ; REMOND, 1985 ; HODEN *et al.*, 1985 ; LE DORE *et al.*, 1986), les nombreuses expérimentations mises en place sur ce sujet permettent plus difficilement d'appréhender les éventuelles interactions entre ces différents facteurs.

L'objectif de cette étude, conduite dans le cadre de l'action entreprise par la Coopérative fromagère de Laguiole (Aveyron) sous l'impulsion de l'EDE, a été d'identifier, dans les conditions particulières des adhérents de cette coopérative, les principaux facteurs associés aux faibles taux protéiques du lait afin de pouvoir enrayer la baisse de ces taux.

I. Conduite de l'étude

Parmi les 100 adhérents de la coopérative, il a été possible de recueillir des données relativement complètes et précises chez 45 d'entre eux, représentant environ 75 p.100 des livraisons totales. Les indicateurs retenus dans l'élaboration du fichier de travail sont précisés au tableau 1 et concernent 1) le milieu physique, 2) la structure de l'exploitation et du troupeau, 3) la reproduction, 4) l'alimentation, 5) la génétique, et 6) la santé. Parallèlement à ces indicateurs, on a relevé, pour chaque exploitation, l'évolution mensuelle de la production laitière et des taux butyreux et protéique au cours de l'année civile 1985 (résultats du Contrôle laitier), les valeurs moyennes annuelles de ces taux (pondérés pour la production laitière, résultats obtenus auprès de la Coopérative), et les taux protéiques minimum et maximum mensuels (moyennes des 3 prélèvements réalisés par la Coopérative).

Ces exploitations sont réparties sur 2 groupes de régions naturelles, l'Aubrac et la Haute Viadène d'une part, la Basse Viadène et la vallée du Lot d'autre part, caractérisées par leurs conditions pédo-climatiques qui définissent en partie les systèmes d'élevage des exploitations (tabl. 2).

L'analyse de ces données s'est déroulée en plusieurs étapes : dans un premier temps on a cherché à classer les exploitations en groupes homogènes, définis par des associations de certains des facteurs précisés précédemment. On a ensuite cherché, parmi ces associations de facteurs, celles qui permettaient le mieux de distinguer les exploitations selon la composition du lait et plus particulièrement le taux protéique. Enfin, on a analysé plus précisé-

TABLEAU 1

Présentation des exploitations : critères retenus et signification des codes utilisés

critères	classes	code	effectif
Milieu physique			
. altitude	< 800 m	A1	14
	> 800 m	A2	31
. sol	basalte	B	23
	schiste	S	10
	granit	G	12
Structure de l'exploitation			
. batiment	stab. entravée	SE	11
	logette fermée	LOF	8
	logette ouverte	LOO	18
	stab. libre	SL	8
. surface SAU	< 25 ha	SA1	10
	25 à 50 ha	SA2	23
	> 50 ha	SA3	12
. effectif vaches	< 20	NB1	12
	20 à 40	NB2	24
	> 40	NB3	9
. litrage	< 80 000	LI1	11
	80 à 150 000	LI2	22
	> 150 000	LI3	12
. % lait hiver	< 45 %	LH1	15
	45 à 50	LH2	12
	> 50	LH3	18
. race	Pie noire	FF	36
	P. rouge ou B Alpes	PR	9
. numéro de lactation moyen	< 3	NL1	16
	3 à 3,5	NL2	19
	> 3,5	NL3	10
Reproduction			
. période de vêlage (1)	automne	AU	14
	hiver	H	22
	toute l'année	A	9
. intervalle vêlage-vêlage	< 370 j	IV1	12
	370 - 380	IV2	15
	> 380	IV3	18
Génétique (2)			
. index troupeau matière utile	> + 4 kg	IM1	10
	+ 4 à - 4	IM2	20
	< - 4	IM3	15
. index troupeau taux	> + 0,2 g/l	T1	12
	+ 0,2 à - 0,2	T2	17
	< - 0,2	T3	16
. index troupeau lait	> + 100 kg	IL1	11
	+ 100 à - 100	IL2	19
	< - 100	IL3	15
. selection	IA régulière	SE1	35
	taureau de ferme	SE2	10

critères	classes	code	effectif
Alimentation			
. ration de base	foin	F	6
	ensilage herbe	EH	22
	ensilage maïs	EM	17
. distribution	limitée	DI1	29
	à volonté	DI2	16
. concentré hiver pour une vache à 20 l	< 4 kg/j	CH1	12
	4 à 4,5	CH2	25
	> 4,5	CH3	8
. concentré été pour une vache à 20 l	< 3 kg/j	CE1	12
	3 à 3,5	CE2	19
	> 3,5	CE3	14
. concentré total	< 900 kg	C1	12
	900 - 1100	C2	19
	> 1100	C3	14
. pâturage (3)	bien maitrisé	P1	12
	moy. maitrisé	P2	19
	mal maitrisé	P3	14
Etat sanitaire			
. cellules	< 400 000	CL1	17
	400 - 750 000	CL2	15
	> 750 000	CL3	13
Composition du lait			
. TB moyen	< 38 g/l	TB1	10
	38 à 39	TB2	13
	39 à 40	TB3	11
	> 40	TB4	11
. TP moyen	< 30 g/l	TP1	11
	30 à 31	TP2	13
	31 à 32	TP3	12
	> 32	TP4	9
. TP maximum	< 32 g/l	MA1	9
	32 à 33,5	MA2	14
	33,5 à 35	MA3	9
	> 35	MA4	13
. TP minimum	< 28 g/l	MI1	7
	28 à 29	MI2	16
	29 à 30	MI3	12
	> 30	MI4	10

(1) automne : + des 2/3 des vêlages de sept. à déc.
hiver : + des 3/4 des vêlages de sept. à mars.
année : + du 1/4 des vêlages d'avril à aout.

(2) moyenne des index vaches issus du Controle Laitier (en moyenne 70% des vaches sont indexées)

(3) appréciation tenant compte de 4 critères : intensification, système de pâturage, conduite du pâturage et quantité de concentré distribué.

TABLEAU 2

Répartition des exploitations selon les régions naturelles et certaines caractéristiques du système d'élevage (voir le tableau 1 pour la signification des classes des critères)

Région naturelle	sol			altitude		ration			logement			vêlage		effectif total
	B	S	G	A1	A2	F	EH	EM	EN	LO	LP	AU	H+A	
Aubrac + Hte Viadène	21	5	1	3	24	5	20	2	6	19	2	7	20	27
Viadène + vallée Lot	2	5	11	11	7	1	5	15	5	7	6	8	10	18

ment les groupes d'exploitations où les taux protéiques étaient les plus faibles, afin d'essayer de quantifier et de hiérarchiser les facteurs en cause et de proposer des méthodes d'amélioration.

En pratique, nous avons utilisé au cours des 2 premières étapes du traitement des données, une méthode d'analyse multidimensionnelle (analyse factorielle des correspondances, logiciel STAT-ITCF) qui permet 1) une représentation simultanée de l'ensemble des variables ou facteurs pris en compte pour définir la population des exploitations, 2) la mise en évidence objective de situations favorables ou défavorables aux variables que l'on veut expliquer (dans notre cas les variables de composition du lait). Cette méthode qualitative évite le risque d'interprétation erronée de tableaux croisés car elle met en évidence les liaisons, souvent nombreuses lorsque les données proviennent d'enquêtes, entre les différents facteurs explicatifs. Elle nécessite cependant l'élaboration de variables qualitatives pertinentes et leur codage (tabl. 1). Pour cela nous avons transformé chaque facteur en classes (2 à 4), chacune des classes étant elle-même codée de manière binaire (0 ou 1). Par exemple, le facteur type de sol a été réparti en 3 classes (basalte, schiste et granit) et une exploitation sur sol schisteux a eu le codage 010 pour ce facteur. Les variables quantitatives ont été réparties en classes et codées de la même manière. On a cherché, chaque fois que cela a été possible, à définir des classes ayant des effectifs les plus proches possibles.

II. Résultats

Evolution annuelle et variations inter-exploitations de la quantité de lait produite et de sa composition

En moyenne, les taux butyreux et protéique annuels ont été de 37,8 et 30,1 g p.1000, pour une production laitière de 14,8 kg par jour de lactation. Celle-ci a été la plus élevée en hiver et au printemps (fig. 1), en raison du regroupement des vêlages à l'automne et en hiver : 36 exploitations sur les 45 présentent plus des 3/4 de leurs vêlages entre septembre et mars. Les taux butyreux ont été les plus élevés en hiver et les plus faibles en été (fig. 1). L'évolution du taux protéique au cours de l'année présente 2 minima, l'un en fin de période de stabulation (29,1 g p.1000 en avril), l'autre en milieu d'été (29,4 g p.1000 en juillet). La mise à l'herbe, qui a lieu fin avril-début mai a eu un effet bénéfique important sur le taux protéique mais pas sur le taux butyreux (fig. 1).

Ces valeurs moyennes présentent cependant des variations importantes d'une étable à l'autre (tabl. 3). En particulier, les taux protéiques annuels, maximum et minimum mensuels, ont présenté des écarts supérieurs à 5 g p.1000 entre les étables extrêmes. Lors des mois les plus faibles, 7 étables sur les 45 ont

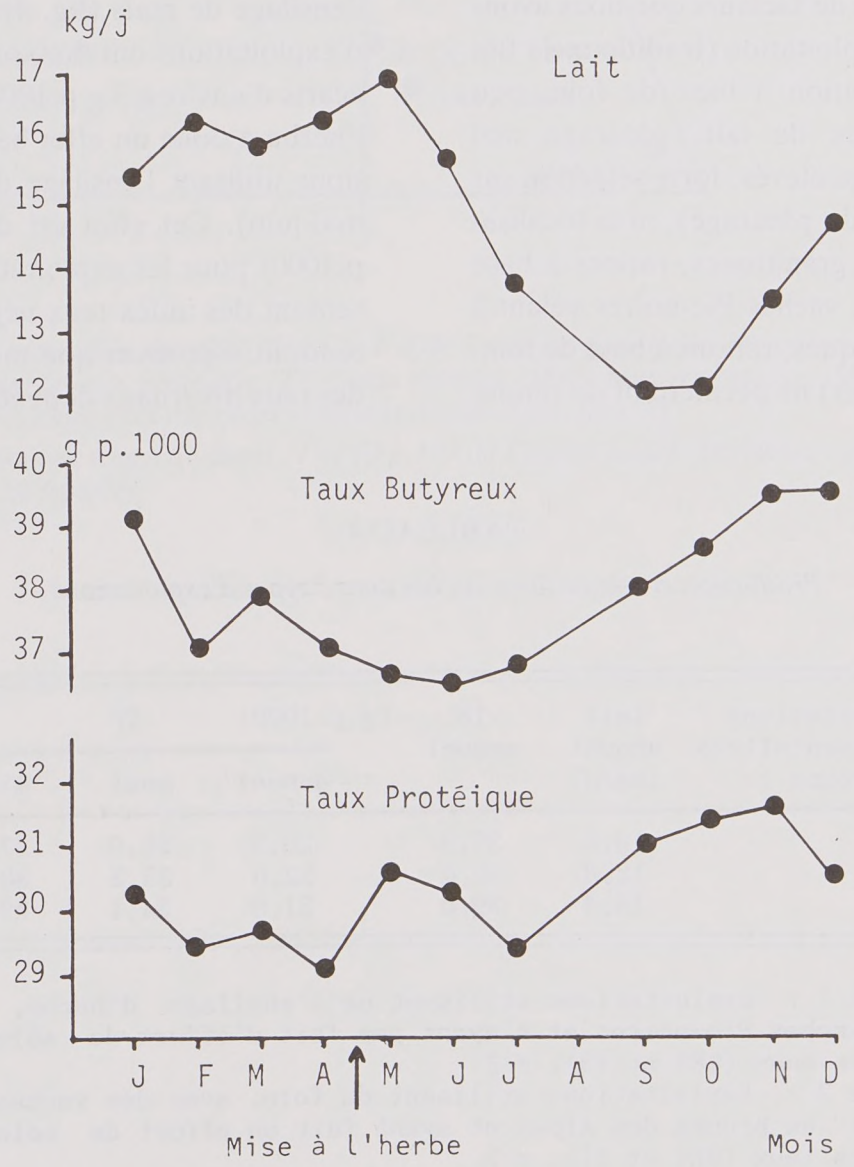


FIG. 1 : *Evolution de la production et de la composition du lait* (moyenne des 45 exploitations)

présenté des taux protéiques moyens inférieurs à 27,0 g p.1000. D'autre part, c'est au cours des mois d'hiver que les taux protéiques ont été les plus variables d'une exploitation à l'autre : l'écart-type inter étables a été de 2,2 au cours des mois de décembre à mars contre 1,6 au printemps.

Les taux butyreux et protéique moyens annuels ont été liés positivement entre eux ($R=+0,60$, $P<0,01$). Le taux protéique moyen annuel a été plus étroitement lié au taux protéique minimum mensuel ($R=+0,82$) qu'au taux protéique maximum ($R=+0,39$).

TABLEAU 3

Valeurs moyennes et variations de la production et de la composition du lait

(TB : taux butyreux ; TP : taux protéique)

	Lait annuel (kg/j)	TB annuel	(g p.1000) TP annuel	TP maxi	TP mini
moyenne	14,8	37,8	30,1	32,8	28,3
écart-type	2,7	1,5	1,3	1,7	1,2
minimum	9,0	35,0	28,2	30,7	25,9
maximum	21,5	42,0	33,2	36,1	31,6

Analyse des différences de composition du lait entre les exploitations

Parmi les différentes associations de facteurs que nous avons pu mettre en évidence, ni le type d'exploitation (**traditionnel :** faible effectif, stabulation entravée, ration à base de foin, peu d'effort génétique sur les quantités de lait, pâturage mal maîtrisé ; ou **intensif :** effectif et litrage élevés, forte sélection sur les quantités de lait, bonne maîtrise du pâturage), ni la localisation des exploitations (**côteaux :** sols granitiques, rations à base d'ensilage de maïs, stabulation libre, vaches Pie-noires vêlant à l'automne ; ou **montagne** : sols basaltiques, rations à base de foin, vaches Pie-rouges ou Brunes des Alpes) ne permettent de rendre compte des différences de taux protéiques (fig. 2). Ce sont cependant celles qui expliquent le mieux la diversité des exploitations (axes 1 et 2 de l'analyse factorielle des correspondances).

Par contre, les associations de facteurs reposant sur le type de ration de base et les critères de choix de taureaux permettent de bien discriminer les exploitations en fonction de leur taux protéique. On peut ainsi différencier (fig. 3) 3 groupes de facteurs, caractérisés chacun par un des 3 types de ration de base associé à d'autres facteurs du milieu (altitude, sols) ou de l'exploitation (logement, date de vêlage, race), chaque groupe pouvant être assimilé à un système de production. C'est dans les systèmes à base d'ensilage d'herbe et dans lesquels l'aspect génétique des taux n'a pas ou peu été pris en compte (groupe 1) que les taux protéiques (moyens, minimum ou maximum) sont les plus faibles (mais que les productions laitières individuelles sont les plus élevées) ; à l'inverse, les taux protéiques les plus élevés se situent dans les exploitations où un effort d'amélioration génétique a été réalisé sur les taux, que la ration soit à base de foin ou d'ensilage de maïs (groupes 2 et 3).

Dans les exploitations les plus représentatives de ces 2 derniers groupes, les taux protéiques (moyens, maximum ou minimum) sont supérieurs de 2 à 4 g p.1000 à ceux du premier groupe (tabl. 4). C'est aussi dans le premier groupe que les taux butyreux moyens sont les plus faibles (35,9 g p.1000 contre 39,0 et 38,4 dans les groupes 1 et 2).

Pour apprécier l'effet propre du type de ration de base sur le taux protéique, nous avons comparé, parmi les exploitations disposant de vaches Pie-noires et à index taux moyen ou bon, celles qui utilisaient de l'ensilage d'herbe à celles qui utilisaient de l'ensilage de maïs (fig. 4). Les taux protéiques de ces 2 groupes d'exploitations ont été voisins durant l'été mais ont présenté des écarts d'environ 3 g p.1000 au cours de l'hiver (fig. 4) : la mise à l'herbe a donc un effet bénéfique uniquement dans les exploitations utilisant l'ensilage d'herbe (+ 2,6 g p.1000 entre avril et mai-juin). Cet effet est du même ordre de grandeur (+ 2,7 g p.1000) pour les exploitations utilisant l'ensilage d'herbe et présentant des index taux négatifs (inférieurs à -0,2 g p.1000). Ceci tendrait à prouver que même dans ces exploitations la faiblesse des taux hivernaux dépend d'abord de l'alimentation.

TABLEAU 4

Production et composition du lait dans 3 types d'exploitations

Exploitations représentatives du groupe :	Lait annuel (kg/j)	TB annuel	(g p.1000) TP annuel	TP maxi	TP mini
1	18,4	35,9	28,9	30,9	27,9
2	12,8	38,4	32,0	35,3	30,1
3	16,4	39,0	31,8	34,1	29,2

Groupe 1 : Exploitations utilisant de l'ensilage d'herbe, avec des vaches Pie-noires et n'ayant pas fait d'effort de sélection sur les taux (SE2 et T3). n=3
Groupe 2 : Exploitations utilisant du foin, avec des vaches Pie-rouges ou Brunes des Alpes et ayant fait un effort de sélection sur les taux (SE1 et T1). n=3
Groupe 3 : Exploitations utilisant de l'ensilage de maïs, avec des vaches Pie-noires, et ayant fait un effort de sélection sur les taux (SE1 et T1). n=3

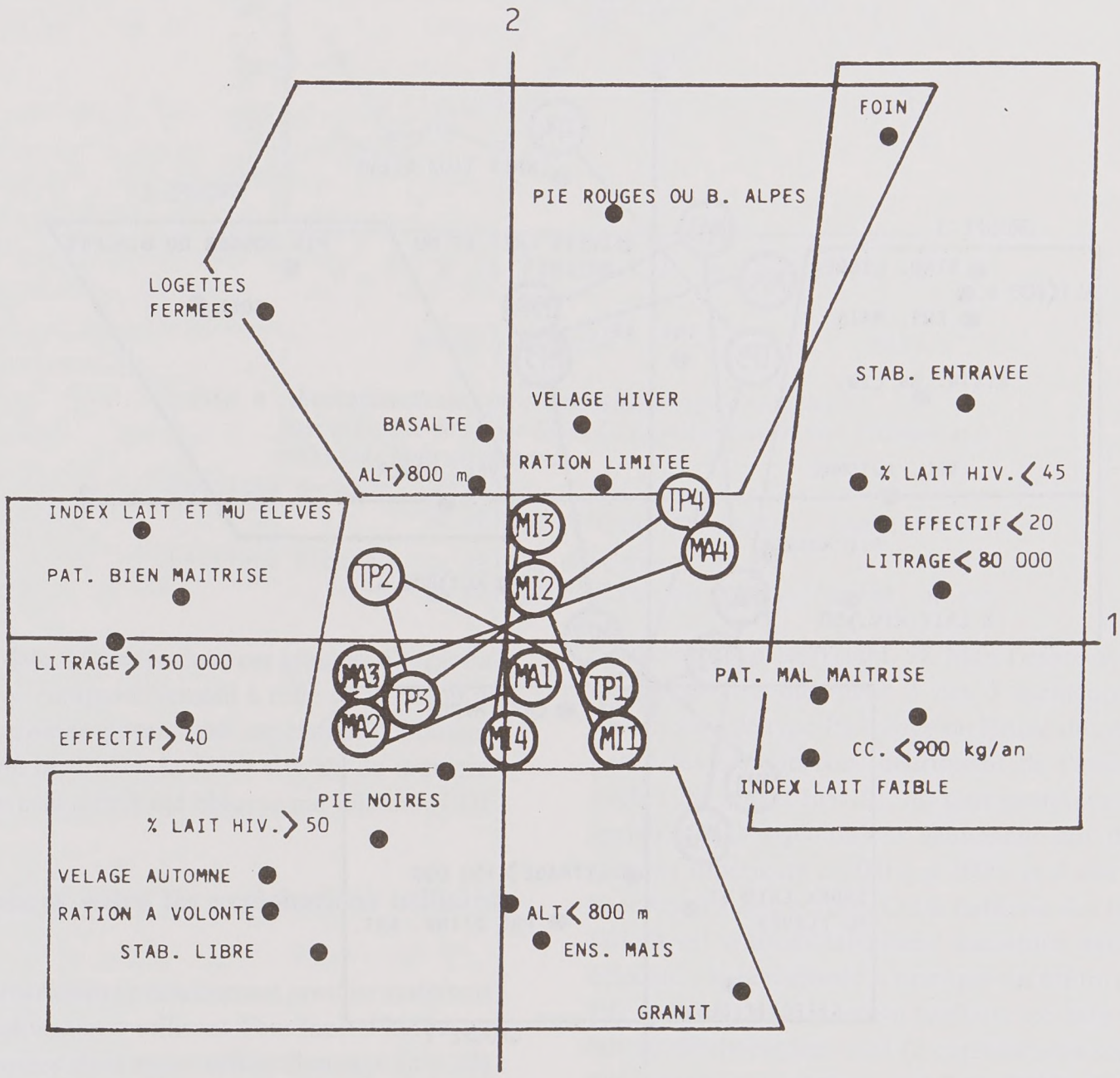


FIG. 2 : *Représentation simplifiée du plan factoriel 1-2 de l'analyse factorielle des correspondances. Les variables mesurant le taux protéique (TP : taux moyen ; MA : taux maximum ; MI : taux minimum) sont entourées et reliées entre elles par ordre croissant de classe* (cf. tabl. 1)

Les axes 1 et 2 portent respectivement 11 et 10 p.100 de l'inertie totale. Seules les variables bien représentées (cos2 >0,2) ont été figurées.

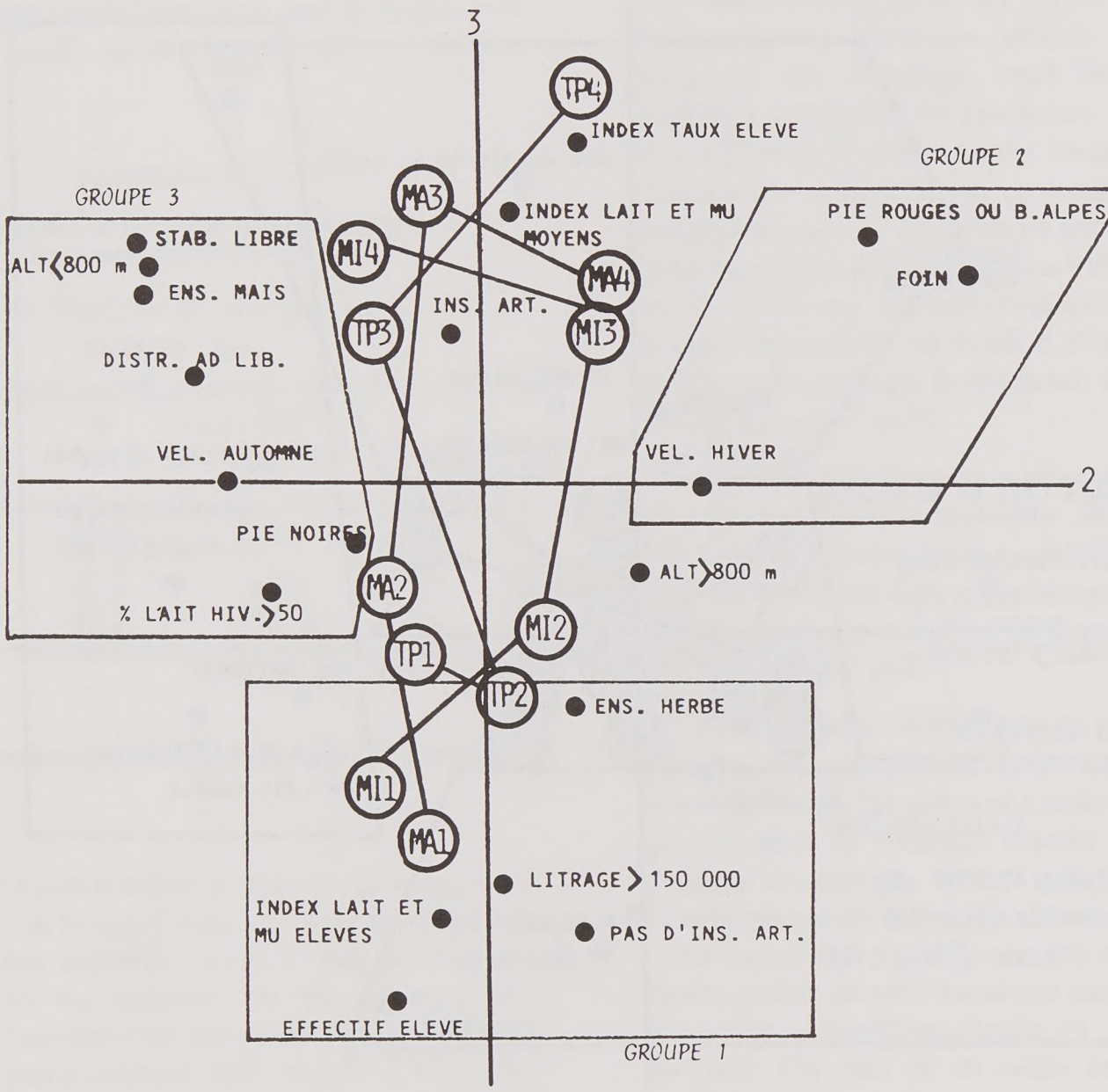


FIG. 3 : *Représentation simplifiée du plan factoriel 2-3 de l'analyse factorielle des correspondances (voir figure 2 pour la signification des variables).*

Les axes 2 et 3 portent respectivement 10 et 9 p.100 de l'inertie totale. Seules les variables bien représentées (cos2 >0,2) ont été figurées.

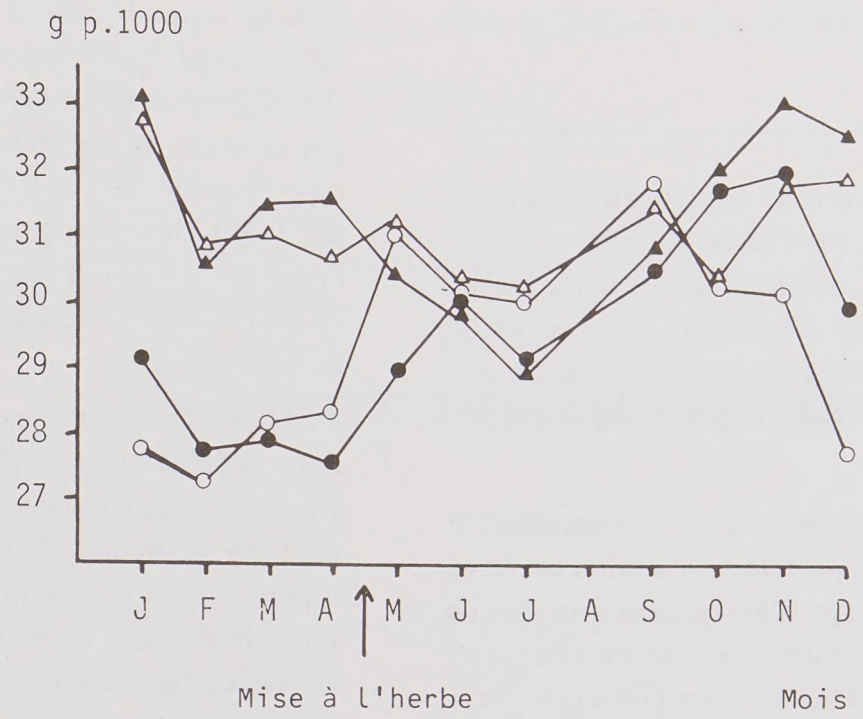


FIG. 4 : *Evolution du taux protéique selon le type de ration de base et la date de vêlage (dans les exploitations en race Frisonne et à index taux bons ou moyens)*

Ensilage de maïs △ vêlage d'automne n = 2
▲ vêlage d'hiver ou toute l'année n = 7

Ensilage d'herbe ○ vêlage d'automne n = 4
● vêlage d'hiver ou toute l'année n = 5

L'influence de la date de vêlage dans ces groupes d'exploitations est peu prononcée comparativement à celle de la ration de base. Les vêlages d'automne permettent cependant d'atténuer, quelle que soit la ration hivernale, la chute estivale du taux protéique (fig. 4), comme cela a déjà été observé par ailleurs (EDE Haute-Saône, 1985).

Analyse des différences entre les exploitations utilisant l'ensilage d'herbe

Les faibles taux protéiques se rencontrant presque systématiquement dans les exploitations utilisant l'ensilage d'herbe qui sont le mieux représentées dans notre échantillonnage (n= 22), nous avons essayé d'analyser plus finement les caractéristiques de cette population.

Elle présente encore une variabilité importante en matière de taux protéique : entre les 5 meilleures exploitations (taux protéique moyen supérieur à 31 g/l) et les 6 moins bonnes (taux protéique moyen inférieur à 30 g/l), les écarts de taux sont de l'ordre de 2 g p.1000 (tabl. 5). Mais l'examen de ces 2 sous-populations montre que dans 3 des 5 meilleures exploitations les vaches sont de type Pie-rouge ou Brune des Alpes. Ainsi, en fait, parmi les exploitations distribuant de l'ensilage d'herbe à des vaches Pie-noires (n=19), les taux protéiques sont faibles et peu variables : 2 exploitations seulement ont des taux protéiques moyens supérieurs à 30,0 g p.1000, et 4 ont des taux minimum supérieurs à 28 g p.1000. Cette faiblesse des taux dans ces exploitations est vraisemblablement accentuée par le choix génétique effectué : si la majorité a pratiqué un effort de sélection (15 sur 19), celle-ci a pratiquement toujours été axée sur les quantités de lait au détriment des taux (2 exploitations seulement présentent des index taux supérieurs + 0,2 g p.1000). C'est d'autre part plutôt parmi les exploitations les moins bonnes en matière de taux protéique que l'on retrouve les index taux les plus faibles (tabl. 5). Enfin, les quantités de concentrés distribuées semblent être plus élevées et la maîtrise du pâturage meilleure dans les 5 meilleures exploitations, comparativement aux 6 moins bonnes (tabl. 5).

TABLEAU 5

Comparaison des meilleures et des moins bonnes exploitations utilisant de l'ensilage d'herbe
(voir le tableau 1 pour la signification des classes des critères)

TP moyen	Race		Index tx			CC total			Paturage			lait (kg/j)	TP (g p.1000)		
	FF	PR	T1	T2	T3	C1	C2	C3	P1	P2	P3		moyen	maxi	mini
> 31 g/l (n=5)	2	3	2	1	2	0	3	2	3	2	0	15,8	30,4	33,5	28,8
< 30 g/l (n=6)	6	0	1	1	4	3	1	2	1	2	3	14,9	28,7	31,3	27,2

III. Conclusion

Cette étude a confirmé l'existence de taux particulièrement faibles dans certaines exploitations (de l'ordre de 27,0 g p.1000 les mois les plus faibles) et la très grande plage de variation de ces taux d'une exploitation à l'autre d'une part et au cours de l'année d'autre part ; cela corrobore les observations faites à plus grande échelle dans la région, ou dans d'autres départements (EDE Haute-Saône, 1985).

Nos observations montrent clairement le rôle prépondérant du type de ration de base sur le taux protéique. La faiblesse de ce taux avec des rations à base d'ensilage d'herbe peut être due en partie à la nature même de cette ration : on sait en effet que, même avec des ensilages bien réalisés et bien conservés, et à mêmes apports nutritifs, les taux protéiques sont plus faibles qu'avec des rations à base de foin ou d'ensilage de maïs (HODEN *et al.,* 1985), en raison d'une meilleure valeur laitière de l'ensilage d'herbe qui conduit à diluer les quantités de matières protéiques produites. De plus et surtout, il est vraisemblable que la valeur alimentaire des ensilages utilisés soit surestimée, d'une part parce que leur réalisation et leur conservation (absence de conservateur) sont souvent mal maîtrisées, d'autre part en raison des caractéristiques floristiques et de composition chimique (forte teneur en MAT) des prairies naturelles de ces zones qui peuvent conduire à une légère surestimation de la valeur énergétique des ensilages lorsqu'elle est calculée à partir des Tables de la valeur alimentaire des aliments (ANDRIEU, comm. pers.). Enfin, il est possible que la complémentation de ces rations soit parfois insuffisante.

Toutes ces raisons conduisent en pratique à une sous-alimentation énergétique hivernale plus ou moins prononcée dont on connait l'influence prépondérante sur le taux protéique (REMOND, 1985). La prolongation de cette sous-alimentation tout au long de l'hiver peut conduire alors, en fin de période hivernale, à des taux très faibles. L'augmentation importante du taux protéique à la mise à l'herbe uniquement lorsque l'alimentation hivernale est à base d'ensilage d'herbe confirme d'ailleurs l'importance de la sous-alimentation énergétique hivernale avec cette ration et va dans le sens des résultats obtenus en conditions expérimentales (HODEN *et al.,* 1985 ; COULON *et al.,* 1986).

Il semble donc que l'amélioration des taux protéiques de ces exploitations passe d'abord, à court terme, par une amélioration de la réalisation, de la conservation et de la complémentation des ensilages d'herbe ; elle devrait donc concerner d'abord les taux de fin d'hiver. Elle sera cependant d'autant plus sensible, à long terme, qu'un effort génétique sur les taux sera réalisé.

En conclusion, cette étude montre l'intérêt d'une approche multi-factorielle du problème des taux sur le terrain, où l'appréciation des facteurs de variations de la composition chimique du lait et en particulier du taux protéique est en effet souvent difficile à réaliser en raison des interrelations importantes entre les facteurs dont on connaît expérimentalement les effets. Dans ces conditions, les conclusions que l'on peut tirer d'une approche mono-factorielle et les « messages » que l'on peut envisager risquent d'être erronés et peu efficaces. Dans notre cas, il serait par exemple dangereux de tirer des conclusions sur la base unique du type de ration hivernale : les rations à base de foin sont en effet souvent distribuées à des vaches de type Pie-rouge ou Brune des Alpes dont on sait qu'elles produisent, toutes choses étant égales par ailleurs, un lait plus riche en protéines que les animaux de type Pie-noir (de l'ordre de 1 à 2 g p.1000 de plus, COULON *et al.,* 1985) ; inversement la majorité des exploitations réalisant de l'ensilage d'herbe n'ont pas tenu compte des taux dans le choix de leurs taureaux ce qui a dû accentuer les effets liés à la ration de base elle-même.

L'effectif relativement faible sur lequel porte cette étude et donc la faible diversité de certains des facteurs retenus, la spécificité de la zone concernée, ainsi que l'absence de données concernant en particulier les caractéristiques des ensilages, limitent cependant les conclusions de l'analyse et leur extrapolation. Il serait intéressant de réaliser ce type d'analyse sur un plus grand effectif et dans des zones différentes, en modifiant et en adaptant les critères de variations retenus. En particulier, l'examen détaillé des rations à base d'ensilage d'herbe (conditions d'utilisation, qualité, complémentation) semble nécessaire. La comparaison des résultats obtenus devrait permettre de mieux approcher dans la pratique les problèmes de composition chimique du lait. Les actions mises en place au niveau départemental (EDE de l'Aveyron et ITEB) et régional (Aquitaine et Midi-Pyrénées) vont dans ce sens.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'ensemble des personnes qui ont participé à la collecte et à la mise en forme des données de cette étude, et en particulier Monsieur le Directeur de la Coopérative fromagère de Laguiole qui a mis à notre disposition les résultats de composition du lait de ses adhérents.

Références bibliographiques

COULON J.B., GAREL J.P., HODEN A., JOURNET M., LIENARD G., 1985. Production laitière en zone de montagne : effets pluriannuels du type de ration hivernale et du niveau de complémentation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **61,** 31-48.

COULON J.B., GAREL J.P., HODEN A., 1986. Evolution de la production et de la composition du lait à la mise à l'herbe. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **66,** 23-29.

EDE Haute-Saône et ITG, 1985. Incidence de la conduite alimentaire et des périodes de vêlage des vaches laitières sur les chutes saisonnières du taux protéique du lait.

HODEN A., COULON J.B., DULPHY J.P., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 3. Effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéiques. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **62,** 69-79.

JOURNET M., REMOND B., 1980. Influence de l'alimentation et de la saison sur les fractions azotées du lait de vache. *Lait,* **60,** 140-159.

KERJEAN J.R., 1984. Conséquences fromagères des variations de composition du lait. Qualité chimique du lait de fromagerie. In « *La composition chimique du lait et ses incidences technologiques* », Rennes, 26-28 septembre 1984.

LE DORE Annie, REMOND B., GRAPPIN R., JEUNET R., JOURNET M., 1986. Teneurs du lait de vache en ses principales fractions azotées et en matières grasses : effets de quelques caractéristiques des animaux et de leur alimentation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **63,** 13-20.

REMOND B., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache. 2. Taux protéique : facteurs généraux. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **62,** 53-67.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1987 (68) 19-23

Valeur nutritive de l'orge germée

C. DEMARQUILLY

INRA-CRZV Theix, Laboratoire des Aliments, 63122 Ceyrat

Les études sur la valeur nutritive pour le ruminant des céréales germées sont anciennes, rares et contradictoires. PATTERSON (1937) et Mc CANDLISH et STRUTHERS (1938), tous trois cités par HILLIER et PERRY (1969) observent une augmentation du gain de poids vif des bœufs quand du maïs germé est ajouté à leur ration. En revanche, THOMAS et REDDY (1962) trouvent que l'avoine germée est moins digestible que l'avoine non germée et qu'elle n'améliore ni la production laitière, ni la composition du lait des vaches. De même HILLIER et PERRY (1969) n'observent pas d'amélioration de la digestibilité chez des bœufs recevant avec une ration pauvre ou riche en aliments concentrés 0 ; 4,54 ; 6,80 ou 9,08 kg d'avoine germée, mais dans leurs essais l'avoine germée vient s'ajouter à la ration de sorte qu'il est difficile de conclure. La publicité des différentes firmes commercialisant du matériel de culture hydroponique repose cependant essentiellement sur le fait que les enzymes se développant dans les grains lors de la germination augmentent non seulement la digestibilité de ces grains, mais aussi celle des autres constituants de la ration.

A la demande d'une société commercialisant du matériel de culture hydroponique et de l'ANVAR (1), nous avons donc entrepris de comparer la digestibilité de rations à base d'orge germée ou non germée. L'orge germée, ou non, représentait en matière sèche une même proportion de chaque ration qui était établie pour être correctement équilibrée, en particulier pour ne pas être déficitaire en azote fermentescible.

I. Conditions expérimentales

1. Préparation de l'orge germée

L'orge germée a été produite avec le matériel fourni par la société et constitué d'une série de plateaux de germination en inox, et d'un système d'arrosage automatique. Chaque jour, 6 ou 9 kg d'orge de qualité semence sont d'abord mis à tremper pendant 24 heures dans un bac spécial, puis sont égouttés dans un bac perforé pendant 48 heures avant d'être étalés dans 2 ou 3 des plateaux de germination où l'orge germe pendant 5 à 6 jours avant d'être distribuée aux animaux. Le coléoptile mesure alors une dizaine de centimètres de long.

(1) Agence Nationale de Valorisation de la Recherche

2. Rations étudiées

Quatre rations ont été constituées :

- deux rations à base de paille, représentant des rations d'animaux à l'entretien ou à faibles besoins, constituées sur la base de la matière sèche de :

70 p.100 de paille de blé
10 p.100 de tourteau de soja
20 p.100 d'orge germée ou non germée ;

- deux rations à base de foin de qualité médiocre, représentant des rations d'animaux en production, constituées sur la base de la matière sèche de :

40 p.100 de foin de fétuque élevée
6 p.100 de tourteau de soja
54 p.100 d'orge germée ou non germée.

L'orge germée a été distribuée telle que, l'orge non germée l'a été après broyage.

3. Mesures

Les deux rations à base de paille ont été distribuées à volonté (10 p.100 de refus de paille) à deux lots de 6 moutons mâles castrés de race Texel maintenus en cage à digestibilité. Après une première période de mesure de la digestibilité, les deux lots de moutons ont été intervertis pour une deuxième période de mesure, de façon à annuler l'effet « lot » éventuel.

Les deux rations à base de foin ont, de même, été distribuées à deux autres lots de 6 moutons, d'abord à volonté (10 p.100 de refus de foin) avec interversion des lots pour une deuxième mesure puis en quantité limitée (45 g de matière sèche ingérée / kg $P^{0.75}$) avec de nouveau interversion des lots après la première mesure. Les mesures de digestibilité des rations distribuées à volonté et en quantité limitée avaient pour but de comparer les interactions digestives fourrages / concentrés dans le cas particu-

TABLEAU 1

Teneurs en cendres, matières azotées, cellulose brute et énergie brute des aliments et des rations

	Cendres % MS	Matières azotées % MS	Cellulose brute % MS	Energie brute kcal/kg MS
Paille	10.3	3.5	38.8	4 250
Foin	8.9	6.1	31.6	4 312
Tourteau de soja	7.4	53.6	3.5	4 706
Orge sèche	2.0	13.3	4.2	4 488
Orge germée	2.6	16.9	10.7	4 789
Ration à base de paille (orge sèche)	8.5	9.7	29.6	4 331
" " " (orge germée)	8.7	10.3	31.0	4 394
Ration à base de foin (orge sèche)	5.2	12.3	15.7	4 426
" " " (orge germée)	5.5	14.0	19.1	4 567

TABLEAU 2

Bilan de la germination de l'orge en poids frais et en poids sec

	Répétitions	Poids frais kg	% MS	Poids de matière sèche kg	p.100 MS initiale
1er bilan					
Orge non germée	2	7.00	89,0	6.230	100
1er jour égouttage	2	10.80	57,3	6.185	99.3
2ème jour égouttage	2	10.58	57,3	6.060	97.3
6ème jour de germination en plateau	2	40.90	11,5	4.704	75.5
2ème bilan					
Orge non germée	7	6.00	89,3	6.358	100
Orge germée (6ème jour de germination en plateau)	7	26.40 (22 à 31)	15,31 (13,5 à 17,0)	4.005 (3630 à 4185)	75.0
3ème bilan					
Orge non germée	8	6.00	89,3	5.358	100
Orge germée (6ème jour de germination en plateau)	8	23.80 (20.0 à 26.0)	16,16 (14,9 à 18,0)	3.827 (3600 à 4317)	71.0

TABLEAU 3

Poids des constituants chimiques après 6 jours de germination en plateau

	en g pour 100 g de MS initiale Orge sèche (1)	Orge germée (2)	Bilan 2/1 x 100 (%)
Matière sèche	100	75	75
Cendres	1.98	1.95	98.5
Matières azotées	13.32	12.71	95.4
Cellulose brute	4.23	8.06	190.6
Energie brute (kcal/g)	4488	3592	80.0

lier de l'orge germée ou non germée. Ces interactions sont, en effet, fréquentes avec les rations riches en aliment concentré (60 p. 100 et plus d'aliment concentré) offertes à volonté alors qu'elles sont faibles ou nulles quand ces rations sont offertes en quantité limitée ne couvrant que les besoins énergétiques d'entretien des animaux. En outre ces interactions digestives sont plus importantes avec les rations riches en amidon et l'orge germée en contient moins que l'orge non germée.

Les digestibilités des rations ont été mesurées par la méthode classiquement employée au Laboratoire des Aliments.

Chaque période de mesure a duré 6 jours après une période pré-expérimentale de 15 jours. Les animaux reçoivent deux repas par jour à 8 h et 16 h. Les refus éventuels sont enlevés une fois par jour avant la distribution du repas de 8 h et les fèces sont collectées chaque matin à 7 h 30. Les teneurs en cendres, matières azotées (N × 6,25), cellulose brute et énergie brute sont déterminées sur les échantillons représentatifs des aliments offerts, des refus éventuels et des fèces de façon à calculer la digestibilité des différents constituants (matière organique, énergie...) de la matière sèche. L'analyse des refus et des fèces étant faite sur l'échantillon représentatif de chaque lot de mouton et non de chaque mouton du lot, seuls les résultats de digestibilité de la matière sèche sont individuels et peuvent être analysés statistiquement. On sait cependant que des différences significatives pour la digestibilité de la matière sèche, le sont aussi pour celle de la matière organique et de l'énergie.

La composition chimique des aliments utilisés et des rations correspondantes est donné au tableau 1.

II. Résultats et discussion

Le bilan de l'opération de germination a été mesuré durant deux jours consécutifs pendant la période de mise en régime des animaux. Les résultats sont présentés au tableau 2. Un kg d'orge (à 89,0 p.100 MS) donne 5,84 kg d'orge germée à 11,5 p.100 de matière sèche après 6 jours de germination en plateau, mais ces 5,84 kg ne représentent que 75,5 p.100 de la matière sèche de départ soit une perte de 24,5 p.100 due, en grande partie, à la respiration de la plante. Ce bilan a de nouveau été mesuré durant deux périodes de 7 et de 8 jours consécutifs durant la période des essais sur animaux après que la société fournissant le matériel ait diminué un peu la quantité d'eau aspergée sur les plateaux. Les résultats, présentés au tableau 2, montrent que, cette fois, un kg d'orge (à 89,3 p.100 MS) donne entre 4,0 et 4,4 kg d'orge germée à 15 - 16 p.100 de MS, la perte de matière sèche est donc encore de l'ordre de 25 à 30 p.100. PEER et LEESON (1985) observent aussi une perte de matière sèche importante (18 p.100) après 7 jours de germination, mais sans trempage ni égouttage, ce qui correspond à 4 jours de germination dans nos condiitons et surtout avec une orge n'ayant qu'un taux de germination, mais sans trempage ni égouttage, ce qui correspond à 4 jours de germination de 60 - 65 p.100*. Même avec ce faible taux de germination, ces auteurs observent une perte de 2,8 g de matière sèche, pour 100 g de matière sèche de départ, par jour de germination. De même, HILLIER et PERRY (1969) observent dans leurs essais avec de l'avoine une perte de matière sèche de 18 p.100 après 6 jours de germination.

La composition chimique classique de l'orge germée est donnée au tableau 1. On constate, par comparaison à l'orge sèche, une augmentation des teneurs en cendres, matières azotées, cellulose brute et énergie brute respectivement de 31,3 ; 27,3 ; 154,1 et 6,7 p.100. L'augmentation des teneurs en cendres et en matières azotées est essentiellement passive et résulte de la disparition progressive de l'amidon catabolisé en glucides solubles employés pour la respiration et la synthèse des constituants pariétaux (JAMES, 1940), synthèse bien montrée par l'augmentation très importante de la teneur en cellulose brute ou par le bilan de la germination si on suppose une perte moyenne de matière sèche de 25 p.100 (tabl. 3).

On constate en effet qu'il y a un gain de 90,6 p.100 de la quantité de cellulose brute. En revanche la quantité de matières azotées diminue de 4,6 p.100. Une diminution du même ordre a été observée par d'autres auteurs pour l'orge (PEER et LEESON, 1985), le maïs (Mc CANDLISH et STRUTHERS, 1939) et l'avoine (THOMAS et REDDY, 1962) et serait due au lessivage de composés solubles. Une petite fraction des minéraux (1,5 p.100) est aussi perdue.

Une analyse chimique un peu plus détaillée a été effectuée sur l'orge témoin et sur l'orge après différents jours de germination (tabl. 4).

Durant la germination les teneurs en extrait aqueux, glucides solubles et azote soluble, de même que la proportion d'azote soluble dans l'azote total augmentent de façon importante, alors que la teneur en amidon diminue. La baisse des teneurs en extrait aqueux et en glucides solubles entre le 4e et le 5e jour de la germination en plateau doit correspondre à l'accélération de la respiration et de la synthèse de constituants pariétaux avec le développement de la plante. L'augmentation de la proportion d'azote soluble traduit la protéolyse des protéines de l'endosperme avec libération d'acides aminés libres dont certains (notamment l'acide glutamique et la proline) servent de source azotée pour la synthèse des acides aminés de l'embryon avec libération de chaînes carbonées pour la respiration et la synthèse des constituants glucidiques pariétaux (FOLKES et YEMM, 1958). Les acides aminés n'ont pas été dosés mais, d'après PEER et LEESON (1985), si on prend en compte les pertes de matière sèche, seuls l'acide aspartique et l'alanine augmentent en poids durant la germination alors que tous les autres acides aminés diminuent en poids. On sait en outre que cette protéolyse des protéines en acides aminés libres n'est pas favorable au ruminant, l'azote soluble étant rapidement dégradé en NH_3 dans le rumen.

Les ingestibilités et digestibilités des différentes rations avec orge sèche ou orge germée étudiées sont données au tableau 5.

L'orge germée a été aussi bien ingérée que l'orge non germée broyée, les différences de quantités ingérées avec les rations offertes à volonté étant faibles et non significatives.

* Dans notre essai le taux de germination n'a pas été mesuré, mais il devait être au moins de 95 p.100 compte tenu de la qualité « semence » de l'orge utilisée.

TABLEAU 4

Evolution de quelques constituants chimiques au cours de la germination

	en p.100 de la matière sèche					
	Extrait aqueux	Glucides solubles	Amidon	Azote total NT	Azote soluble NS	NS/NT %
Orge témoin	12.5	4.4	59.8	2.14	0.41	19.2
Après 48 h d'égouttage	14.9	5.6	58.6	2.13	0.43	20.2
Germination 1 jour	20.9	8.3	49.1	2.18	0.53	24.3
" 2 jours	30.5	12.9	48.2	2.22	0.67	30.2
" 3 jours	38.8	15.6	39.8	2.29	0.88	38.4
" 4 jours	46.0	16.5	33.7	2.43	0.92	37.9
" 5 jours	37.0	12.9	24.0	2.68	1.23	45.9

TABLEAU 5

Ingestibilités et digestibilités des différentes rations à base d'orge sèche ou d'orge germée

	Matière sèche ingérée g/kg P0.75	Digestibilité Matière sèche	Matière organique	Energie	Matières azotées	Cellulose brute
Rations à base de paille offertes à volonté avec l'orge						
Sèche (1)	46.8	0.506	0.530	0.503	0.666	0.401
Germée (2)	44.8 NS	0.488 0.10	0.510	0.489	0.670	0.419
Différence (1-2)	-2.0 NS	-0.018 0.10	-0.021	-0.014	+0.004	+0.018
Rations à base de foin offertes à volonté avec l'orge						
Sèche	59.9	0.644	0.665	0.641	0.674	0.343
Germée	56.8 NS	0.623	0.646	0.630	0.684	0.366
Différence	- 3.1 NS	-0.021**	-0.019	-0.011	+0.010	+0.022
Rations à base de foin offertes en quantité limitée avec l'orge						
Sèche	45.9	0.664	0.699	0.671	0.697	0.346
Germée	46.5	0.642	0.666	0.647	0.710	0.432
Différence	+ 0.6	-0.023**	-0.033	-0.024	+0.013	+0.086

NS = non significatif - 0,10 significatif à 10 %
** significatif à 1 %

Comme nous l'avons déjà dit précédemment l'analyse statistique a pu être faite seulement sur les valeurs de digestibilité de la matière sèche, mais son résultat est tout à fait transposable aux valeurs de digestibilité de la matière organique et de l'énergie, ces valeurs étant étroitement liées entre elles. Le remplacement, dans les rations, de l'orge sèche par l'orge germée (sur la base de la matière sèche) a entraîné une diminution faible mais significative ($P < 0,01$ pour le foin et $P < 0,10$ pour la paille) de la digestibilité de la matière sèche : respectivement de 0,018 ; 0,021 et 0,023 unité pour la ration à base de paille et les rations à base de foin offertes à volonté ou en quantité limitée. De même les digestibilités de la matière organique et de l'énergie ont diminué d'environ 0,02 unité. En revanche, la digestibilité des matières azotées a eu tendance à augmenter très légèrement, ce qui est normal car les rations avec orge germée étaient un peu plus riches en matières azotées et on sait que la digestibilité apparente des matières azotées augmente en même temps que la teneur en MAT. De même la digestibilité de la cellulose brute a augmenté légèrement ce qui indique que le supplément de cellulose brute apporté par l'orge germée est plus digestible que la cellulose brute du reste de la ration apportée surtout par la paille et le foin. Les parois végétales de la jeune plantule d'orge doivent être en effet très peu lignifiées et beaucoup plus digestibles que les parois végétales du foin, de la paille et même des téguments du grain. Elles sont cependant moins digestibles que l'amidon qui leur a donné naissance puisque la digestibilité de la matière sèche ou de la matière organique de la ration diminue.

La germination n'a pas diminué les interactions digestives fourrages / concentrés avec les rations riches en aliments concentrés et distribuées à volonté. En effet, tant avec l'orge germée qu'avec l'orge sèche, la digestibilité de la matière sèche de la ration offerte à volonté est inférieure de 0,02 unité environ à celle de la ration offerte en quantité limitée.

Soulignons enfin que, contrairement à ce qui est souvent mis en avant par les promoteurs de la culture hydroponique, les enzymes formées durant la germination n'ont pas permis d'améliorer la digestibilité du reste de la ration puisque c'est l'inverse que l'on observe.

En prenant pour digestibilités et valeur énergétique de l'orge sèche les valeurs données dans les Tables INRA 1978, il est possible de calculer les valeurs correspondantes pour l'orge germée. Ce calcul a été fait pour les rations à base de foin dans lesquelles l'orge représente 54 p.100 de la matière sèche ingérée, ce qui minimise les erreurs de prévision. Les valeurs obtenues sont les suivantes par comparaison aux valeurs retenues pour l'orge sèche.

	Orge sèche	Orge germée
Digestibilité matière organique	0.86	0.80
Digestibilité énergie	0.85	0.79
Digestibilité matières azotées	0.75	0.75
Digestibilité cellulose brute	0.42	0.54
UFL / kg MS	1.16	1.11
UFV / kg MS	1.16	1.08

La germination entraîne donc une diminution nette de la digestibilité de la matière organique et de l'énergie et, par là, de la valeur énergétique nette malgré l'augmentation de 6,7 p.100 de la teneur en énergie brute. Cette diminution est cependant nettement inférieure à celle observée aussi pour l'orge chez le coq ou le porc par PEER et LEESON (1985), mais les animaux de ces deux espèces utilisent beaucoup moins bien la cellulose que les ruminants.

Quant aux teneurs en MAD, PDIN et PDIE de l'orge germée, pour une teneur moyenne en MAT de 16,9 p.100, elles seraient de 126, 107 et 102 g par kg de matière sèche respectivement.

III. Conclusion

Les résultats de ces essais ne mettent en évidence aucun effet positif de la germination sur la valeur nutritive de l'orge. Outre que la germination se traduit par une perte très importante (de l'ordre de 25 p.100) de la matière sèche, la matière sèche restante est moins digestible, moins énergétique et n'entraîne en aucune façon une amélioration de la digestibilité ou de la valeur énergétique du reste de la ration. Quand il est fait état des effets positifs de la distribution d'orge germée (il s'agit malheureusement d'observations et non de mesures) à des animaux dans les conditions de la pratique, leurs causes doivent donc être recherchées dans les faits suivants :

- l'orge germée a été ajoutée à la ration et n'a donc pas été substituée (sur la base de la matière sèche) à l'aliment concentré ou aux céréales de la ration,

- l'orge germée a été introduite dans une ration déséquilibrée, n'apportant, par exemple, pas suffisamment d'azote soluble aux microbes du rumen pour que ces derniers aient une activité cellulolytique normale.

Références bibliographiques

FOLKES B.F., YEMM E.W., 1958. Respiration of barley plants. X. Respiration and the metabolism of amino acids and proteins in germinating grains. *New Phytol.*, **39,** 133-144.

HILLIER R.J., PERRY T.W., 1969. Effect of hydroponically produced oat grass on ration digestibility of cattle. *J. Anim. Sci.*, **29,** 783-785.

JAMES A.L., 1940. The carbohydrate metabolism of germinating barley. *New Phytol.*, **39,** 133-144.

Mc CANDLISH A.C., STRUTHERS J.P., 1939. The influence of sprouted grain on digestibility. *Scott. J. Agric.*, **21,** 141-142.

PEER D.J., LEESON S., 1985. Nutrient content of hydroponically sprouted barley. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **13,** 191-202.

THOMAS J.W., REDDY B.S., 1962. Sprouted oats as a feed for dairy cows. *Q. Bull. Mich. Agric. Stn.*, **44,** 654-665.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1987 (68) 25-28

Influence du Bolus Rumensin sur les performances de bœufs de races laitières en finition au pâturage de 24 à 30 mois

Ph. BERGE, D. MICOL
A. MULLER* et J.R. PECCATTE*

INRA-CRZV Theix, Laboratoire de la Production de Viande, 63122 Ceyrat
** INRA, Domaine du Pin-au-Haras, 61310 Exmes*

Utilisé dans l'alimentation des bovins, le Rumensin (nom commercial de l'antibiotique ionophore Monensin, ELI LILLY) est connu pour augmenter l'efficacité alimentaire des animaux. Cet effet a été mis en évidence dans de très nombreux essais, mais le plus souvent sur des bovins alimentés à l'auge au cours de la période d'engraissement. Il résulte alors en général d'une diminution des quantités ingérées d'aliments, alors que le gain de poids vif n'est pratiquement pas modifié (POTTER *et al.*, 1976a ; RAUN *et al.*, 1976 ; GEAY et BERANGER, 1977). Le Rumensin ne modifie pas non plus la composition de la carcasse (GILL *et al.*, 1976 ; GOODRICH *et al.*, 1984 ; PERRY *et al.*, 1976 ; POTTER *et al.*, 1976b ; GEAY et BERANGER, 1977 ; BERANGER *et al.*, 1980).

La réponse à l'apport de Rumensin est très variable et dépend principalement de la dose, du gain de poids des animaux témoins et des quantités ingérées d'énergie (GOODRICH *et al.*, 1984). Dans l'essai de GEAY et BERANGER (1977), le Rumensin n'a augmenté le gain de poids vif de taurillons à aucune des deux doses administrées (110 et 230 mg/animal/j soit 20 et 40 ppm dans la ration totale). Il semblerait, en fait, qu'il existe une dose de Rumensin au delà de laquelle les performances ne soient plus améliorées, voire diminuées. A l'auge, l'amélioration du gain de poids vif est maximum pour une dose de l'ordre de 100 mg (10 à 15 ppm), mais le maximum d'efficacité alimentaire est atteint à une dose plus élevée (370 mg ou 43 ppm) (RAUN *et al.*, 1976). Une tendance similaire ressort de la compilation de GOODRICH *et al.* (1984), quoique moins marquée et observée à des doses moins élevées. Au pâturage, l'effet du Rumensin sur le gain de poids et l'efficacité alimentaire est maximum pour une dose de l'ordre de 200 mg (30 ppm) (POTTER *et al.*, 1976a). Le Rumensin est également plus efficace sur les animaux engraissés à l'auge que sur ceux conduits au pâturage et, dans les deux cas, il est d'autant plus efficace que les animaux réalisent des gains de poids plus faibles (fig. 1).

Au pâturage, le Rumensin est généralement distribué en prémélange avec du concentré. Or cette pratique ne se justifie pas dans tous les systèmes de production de bovins à l'herbe, en raison du coût généralement élevé des aliments concentrés et de l'aptitude de certains types d'animaux à la finition au pâturage. Une autre forme de présentation dénommée Bolus a pour cela été mise au point par ELI LILLY pour assurer la diffusion continue d'une dose constante (100 mg/animal/jour) de Rumensin dans le rumen du bovin tout au long de la saison de pâturage, sans avoir recours à la distribution de concentré. Des essais réalisés dans différents pays d'Europe sur de jeunes bovins de races laitières ou croisés ont montré que le Bolus Rumensin augmente en moyenne de 10 à 14 p.100 la vitesse de croissance au pâturage (WILKINSON *et al.*, 1980 ; BUCHANAN et DOBSON, 1986).

Afin de déterminer l'intérêt que présenterait son utilisation sur des bovins plus âgés, un essai a été mis en place en 1985, au domaine expérimental de l'INRA au Pin-au-Haras (Orne), où le Bolus Rumensin a été administré à des bœufs de races Pie-Noire et Normande en finition au pâturage de 24 à 30 mois d'âge.

I. Conditions expérimentales

Quarante huit bœufs de races laitières (24 Pie-Noirs, 24 Normands) âgés de 24 mois environ ont été répartis le 10 avril en 2 lots de 24 animaux (12 Pie-Noirs et 12 Normands) sur la base de leur race, de leur poids vif, de leur gain de poids vif et de leur niveau d'alimentation au cours de l'hiver précédent. Deux jours plus tard, on a placé par voie œsophagienne dans le rumen de la moitié des animaux de chaque race un Bolus Rumensin. Ce dernier est constitué d'un manchon métallique cylindrique ajouré et rempli d'un polymère dégradable contenant 16,5 g activité Rumensin. Ce dispositif était conçu pour permettre la diffusion permanente et limitée à 100 mg/animal/jour de cette substance dans le rumen tout au long de la période de pâturage.

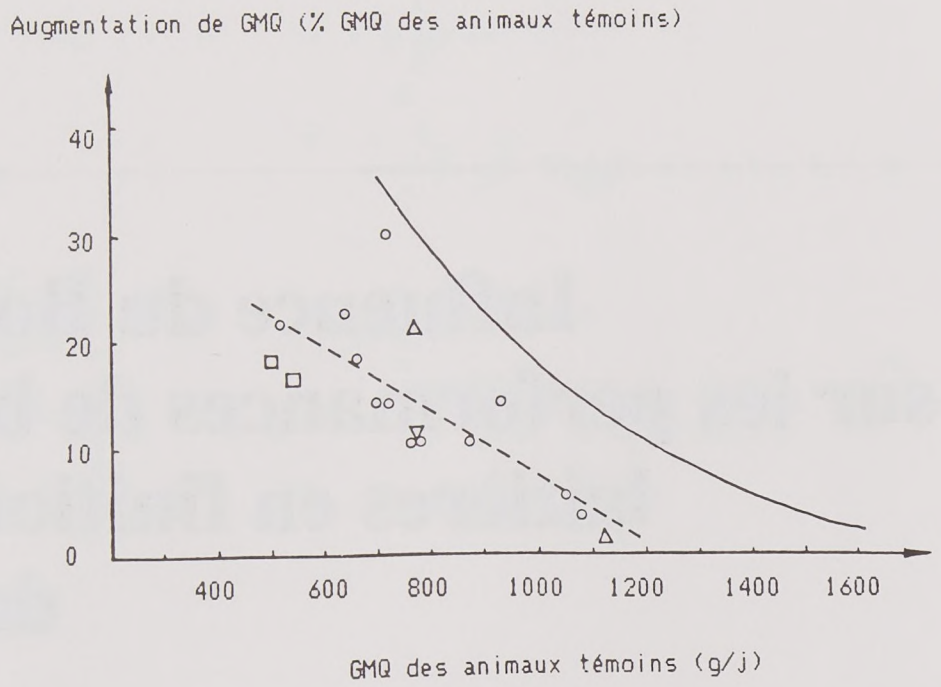


FIG. 1 : *Effet du Rumensin sur le gain de poids vif (GMQ) des bovins au pâturage en fonction de la nature de l'alimentation et du gain de poids vif des animaux témoins*

			Dose de Rumensin (mg/animal/j)
——	AUGE	Compilation de GOODRICH et al (1984)	246 (moyenne)
---	PATURAGE	□ POTTER et al (1976a)	200
		△ BERANGER et al (1980)	200
		○ WILKINSON et al (1980)	200
		▽ BUCHANAN et DOBSON (1986)	100

La mise à l'herbe des animaux a eu lieu le 23 avril. Aucun aliment complémentaire n'a été distribué aux animaux pendant toute la durée de l'essai. Ils ont été conduits en deux groupes distincts, constitués de la moitié de l'effectif de chaque lot, et placés sur des parcelles contiguës de prairie permanente selon un système de pâturage tournant.

Les bœufs ont été pesés individuellement et à la même heure le jour de la mise en lot, puis neuf jours après la mise à l'herbe, ensuite à chaque fin de cycle de pâturage, et enfin à leur sortie du pâturage juste avant leur départ pour l'abattage. Chaque pesée a été effectuée deux fois, en deux jours consécutifs.

L'abattage a été réalisé entre le 21 août et le 2 octobre, en quatre séries successives de 12 animaux chacune (6 témoins et 6 traités), lorsque les animaux avaient atteint un poids et un état d'engraissement, apprécié visuellement, satisfaisants. Les bœufs Normands ont été abattus en moyenne 3 semaines plus tard que les bœufs Pie-Noirs pour répondre aux mêmes objectifs d'abattage.

A l'abattage, on a mesuré le poids des différents constituants du 5e quartier, le poids vif vide et le poids de carcasse chaude des animaux. On a prélevé un morceau monocostal au niveau de la sixième côte pour en déterminer la composition anatomique, et ainsi estimer la composition anatomique moyenne de la carcasse. De plus, les Bolus ont été récupérés dans les rumens des animaux qui les avaient reçus, pour être analysés ultérieurement par la société.

II. Résultats

Tous les animaux de l'expérience ont achevé la saison de pâturage sans qu'aucun trouble sanitaire n'ait été décelé. En effet, en 1985, les conditions de pâturage ont été excellentes au Pin-au-Haras.

Gain de poids vif (tabl. 1)

A leur mise en lot, les bœufs Pie-Noirs et Normands pesaient en moyenne 600 et 595 kg respectivement.

La perte de poids vif après la mise à l'herbe n'a pas été significativement modifée par la présence du Bolus ($P > 0,05$). Elle a été en moyenne un peu plus élevée en race Normande qu'en race Pie-Noire (-26 et -17 kg respectivement).

Pendant la période de 90 jours depuis la mise à l'herbe durant laquelle tous les animaux étaient présents, les bœufs ont réalisé des gains de poids vif peu différents d'un lot à l'autre (en moyenne 1128 g/j).

La durée de finition a été en moyenne de 111 et 132 jours de pâturage pour les bœufs Pie-Noirs et Normands respectivement. Les bœufs ont été abattus à peu près au même poids dans les deux races, en moyenne 712 et 714 kg pour les Pie-Noirs et les Normands respectivement. Le gain de poids vif correspondant a été très légèrement augmenté par le Bolus chez les Normands (+ 65 g/j), et très légèrement diminué chez les Pie-Noirs

(- 21 g/j). Ces différences n'atteignant pas le seuil de signification, on peut considérer que le gain de poids vif a été le même quels que soient la race et le traitement, en moyenne 1130 g/j.

TABLEAU 1

Effet de l'utilisation d'un BOLUS RUMENSIN sur le poids vif (PV, en kg) et le gain de poids vif (GMQ, en g/j) de bœufs Pie-Noirs et Normands en finition au pâturage de 24 à 30 mois

	Pie-Noirs			Normands		
	Témoins	Bolus		Témoins	Bolus	
Effectif	12	12		12	12	
GMQ hiver 1984-85 (104 j)	301	271		330	333	
PV mise en lot (10/4)	600	598		595	596	
PV après mise à l'herbe (2/5)	583	582		570	568	
Perte de PV après mise l'herbe (kg)	-17	-17	NS	-24	-27	NS
PV 1°départ abatt. Pie-Noirs (31/7)	685	686		667	672	
PV 1°départ abatt. Normands (21/8)				689	691	
PV final	713	711	NS	711	717	NS
Durée finition moyenne au paturage (j)	111	111		132	132	
GMQ mise lot - 31/7 (112 j)	759	784	NS	641	679	NS
GMQ mise herbe - 31/7 (90 j)	1136	1160	NS	1069	1148	NS
GMQ mise lot - 21/8 (133 j)				711	714	NS
GMQ mise herbe - 21/8 (111 j)				1071	1103	NS
GMQ mise herbe - départ abattoir (en moy. Pie-Noirs 111 j, Normands 132 j)	1181	1160	NS	1063	1128	NS

NS : différence entre moyennes intra-race non significative (P > 0.05).

Résultats d'abattage (tabl. 2)

A l'abattage, le Bolus a pu être retrouvé dans le rumen de tous les animaux traités mis à part deux Normands. Le poids vif vide n'a été vraiment modifié par le Bolus que dans le cas des bœufs Normands (+ 16 kg) sans que pour autant l'effet ait été significatif.

TABLEAU 2

Effet de la pose d'un BOLUS RUMENSIN sur les caractéristiques d'abattage de bœufs Pie-Noirs et Normands en finition au pâturage de 24 à 30 mois

	Pie-Noirs			Normands		
	Témoins	Bolus		Témoins	Bolus	
Effectif	12	12		12	12	
Durée traitement bolus (j)	131	131		152	152	
Durée du paturage (j)	111	111		132	132	
Durée finition depuis mise en lot (j)	133	133		154	154	
Poids vif final (Kg)	713	711	NS	711	717	NS
Poids vif vide (PVV, kg)	573	570	NS	580	596	NS
Poids de carcasse chaude (PCC, kg)	360	363	NS	378	377	NS
Rendement vrai (PCC/PVV*100)	63	63,7	NS	65,1	63,4	NS
Composition de la carcasse :						
- muscles (Kg)	239	243	NS	260	258	NS
(%)	66,3	67	NS	68,6	68,4	NS
- dépots adipeux (Kg)	63	60	NS	61	60	NS
(%)	17,3	16,6	NS	16,1	15,8	NS

NS : différence entre moyennes intra-race non significative (P > 0.05).

Les écarts de poids de carcasse entre lots n'ont finalement pas excédé 3 kg, soit moins de 1 p.100 en valeur relative, pour des poids moyens de carcasse respectifs de 362 et 378 kg. Le rendement vrai en carcasse des Normands traités a donc été en moyenne inférieur de près de 2 points à celui de leurs homologues témoins. La composition de la carcasse a été à peu près la même quels que soient la race et le traitement (67,6 p.100 muscles et 16,5 p.100 dépôts adipeux en moyenne).

III. Conclusion

L'utilisation du Bolus Rumensin au pâturage n'a pas modifié significativement les performances des bœufs de races laitières Pie-Noire et Normande en finition au pâturage entre 24 et 30 mois, contrairement à ce qui a été observé en Grande-Bretagne sur des animaux comparables mais plus jeunes d'un an (10 à 15 mois en moyenne) (BUCHANAN et DOBSON, 1986). Tout au plus, a-t-il été observé une légère augmentation du gain de poids vif, mais celle-ci ne s'est pas répercutée sur le poids de carcasse ni sur la composition de cette dernière. L'analyse ultérieure des Bolus a permis de vérifier que le Rumensin a complètement disparu des Bolus entre le moment de leur introduction dans le rumen des bœufs et leur récupération le jour de l'abattage (ELANCO, comm. pers.).

Ces résultats, obtenus sans apport de concentré, confirment les observations antérieures faites par BERANGER *et al.* (1980) au Pin-au-Haras sur de jeunes taureaux Pie-Noirs et Normands mis au pâturage de 14 à 20 mois, et recevant 200 mg de Rumensin par jour en prémélange dans un concentré. Les animaux traités avaient réalisé dans les deux cas un gain de poids vif très voisin de celui des bœufs de cet essai (1130 g/j environ) et non significativement différent de celui des animaux témoins.

Néanmoins, l'absence de réponse à l'apport de Rumensin pourrait s'expliquer, au moins en partie, par le fait que les bœufs étaient plus âgés, donc beaucoup plus lourds (200 kg de plus) que les jeunes taureaux, et qu'en même temps ils n'ont reçu que 100 mg/animal/j (contre 200 mg pour ces derniers).

Des essais devront donc être mis en place pour préciser la dose exacte de Rumensin contenue dans le Bolus qui soit adaptée d'abord à des animaux lourds (ou âgés de 2 ans et plus), ensuite à une finition au pâturage, et enfin à des gains de poids élevés tels que ceux réalisés dans ces essais (supérieurs à 1000 g/j). Il restera également à mesurer l'effet du Bolus Rumensin sur les quantités ingérées d'herbe au pâturage, ainsi qu'à préciser les variations de l'effet du Rumensin sur les performances des bovins au pâturage selon leur génotype.

Références bibliographiques

BERANGER C., MULLER A., JAILLER R., 1980. Influence d'un apport de Monensin sur la croissance et l'engraissement de jeunes taureaux ou de jeunes bœufs au pâturage, puis à l'auge. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **40**, 51-60.

BUCHANAN A.G., DOBSON M.B., 1986. Evaluation of Monensin Sodium released from a ruminal delivery device as a growth promoter for pastured fattening cattle. *Anim. Prod.*, **42,** 465 (Abstract).

GEAY Y., BERANGER C., 1977. Utilisation d'un anticoccidien (Monensin) dans la ration des ruminants. 1. Effets sur les performances d'engraissement des taurillons. *Ann. Zootech.*, **26,** 59-68.

GILL D.R., MARTIN J.R., LAKE R., 1976. High, medium and low corn silage diets with and without Monensin for feedlot steers. *Anim. Prod.*, **43,** 363-368.

GOODRICH R.D., GARRET J.E., GAST D.R., KIRICK M.A., LARSON D.A., MEISKE J.C., 1984. Influence of Monensin on performance of cattle. *J. Anim. Sci.*, **58,** 1484-1498.

PERRY T.W., BEESON W.M., MOHLER M.T., 1976. Effect of Monensin on beef cattle performance. *J. Anim. Sci.*, **43,** 761-765.

POTTER E.L., COOLEY C.O., RICHARDSON L.F., RAUN A.P., RATHMACHER R.P., 1976a. Effect of Monensin on performance of cattle fed forage. *J. Anim. Sci.*, **43,** 665-669.

POTTER E.L., RAUN A.P., COOLEY C.O., RATHMACHER R.P., RICHARDSON L.F., 1976b. Effect of Monensin on carcass characteristics, carcass composition and efficiency of converting feed to carcass. *J. Anim. Sci.*, **43,** 678-683.

RAUN A.P., COOLEY C.O., POTTER E.L., RATHMACHER R.P., RICHARDSON L.F., 1976. Effect of Monensin on feed efficiency of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, **43,** 670-676.

WILKINSON J.I.D., APPLEBY W.G.C., SHAW C.J., LEBAS G., PFLUG R., 1980. The use of Monensin in european pasture cattle. *Anim. Prod.*, **31,** 159-162.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1987 (68) 29-39

Tourteaux et graines de colza et de tournesol : utilisation digestive par les ruminants (1)

M. DOREAU* et Brigitte MICHALET-DOREAU**

** INRA-CRZV Theix, Laboratoire de la Lactation, 63122 Ceyrat*
*** INRA-CRZV Theix, Laboratoire des Aliments, 63122 Ceyrat*

Les progrès récents de la génétique végétale et de la technologie de transformation des oléagineux conduisent à envisager une utilisation accrue des tourteaux de colza et de tournesol dans l'alimentation des ruminants, essentiellement aux dépens du soja. Par ailleurs, depuis quelques années, l'incorporation de matières grasses dans la ration des ruminants se développe. Dans ce contexte, l'utilisation des graines oléagineuses commence à se répandre. Ces nouveaux éléments nécessitent l'actualisation des connaissances sur l'utilisation digestive - et en corollaire la valeur nutritive - du colza et du tournesol, sous forme de tourteau ou de graine.

La multiplicité des traitements technologiques appliqués aux tourteaux ne permet pas de définir un produit « standard ». Nous étudierons donc l'utilisation digestive et la valeur nutritive des tourteaux les plus couramment utilisés, puis examinerons l'impact de différents traitements technologiques. Référence sera souvent faite au soja, qui a fait l'objet de très nombreux travaux. Toutefois, la transposition au colza et au tournesol devra être effectuée avec prudence, car l'effet d'un traitement donné dépend largement de la nature de la matière première, et entre autres de sa composition chimique (tabl. 1).

Les conséquences de l'utilisation des matières grasses végétales sont encore mal connues. Deux questions principales se posent, auxquelles nous tenterons de répondre : sont-elles d'un intérêt moindre que les graisses animales, comme cela est souvent affirmé ? Sous quelle présentation sont-elles le plus efficacement utilisées ?

TABLEAU 1

Composition moyenne des tourteaux (p.100 de matière sèche)

	Tourteau issu de graine entière			Tourteau issu de graine dépelliculée		
	colza(1)	tournesol(1)	soja(2)	colza(1)	tournesol(1)	soja(2)
Matière organique	92,2	92,7	93,3	91,7	91,6	93,3
Matières azotées	36,8	31,7	48,5	41,8	38,4	53,8
Cellulose brute	9,3	26,7	8,8	7,7	23,1	4,5
NDF	28,5	43,7	16,0	19,8	32,2	10,0
ADF	17,5	32,1	11,5	9,9	23,2	6,5
Lignine	7,4	10,4	0,7	2,6	7,1	0,4

(1) Michalet-Doreau, non publié
(2) INRA, 1978 et Sauvant, 1981.

(1) Une version préliminaire de ce texte a été présentée lors du colloque « Oléagineux dans l'Ouest » organisé par l'I.S.P.A. et l'E.N.S.A.R. à Rennes les 25 et 26 mars 1987.

I. Utilisation digestive des tourteaux de colza et de tournesol

1. Digestibilité et valeur énergétique

En France, la valeur énergétique d'un aliment pour ruminants s'exprime en énergie nette (UFL ou UFV) et dépend essentiellement de la teneur en énergie brute de l'aliment et de la digestibilité de l'énergie.

La teneur en énergie brute des tourteaux varie en premier lieu avec leur teneur en matières grasses. On a retenu respectivement les valeurs de 4695 et 4615 kcal / kg MS pour des tourteaux de colza et de tournesol dont la teneur en matière grasse est voisine respectivement de 5 et 2 p.100.

a) Colza

La digestibilité de la matière sèche du tourteau de colza, déterminée sur différentes espèces, est en moyenne de 73,7 p.100 (tabl. 2). Elle varie de 71 à 77 p.100 selon les essais. La digestibilité de la matière organique est de 75,6 p.100, soit une valeur identique à celle des tables INRA (1978) issue d'une compilation de données plus anciennes : 75 p.100, et bien inférieure à celle du tourteau de soja 50 (89 p.100).

La digestibilité des parois (ADF ou cellulose Weende) est très variable : de 20 à 40 p.100. Ces variations sont dues en grande partie à la faible proportion dans la ration des constituants pariétaux provenant du tourteau de colza : l'incertitude du résultat, obtenu par différence entre les digestibilités de régimes foin + tourteau et foin seul, est donc grande. Les valeurs obtenues restent de toute manière très faibles, et là aussi, bien inférieures à la digestibilité de la cellulose brute du tourteau de soja : 76 p.100 (INRA, 1978). Cet écart s'explique par la différence de nature des parois : les teneurs en hémicellulose et cellulose sont sensiblement identiques, mais les parois du tourteau de colza sont beaucoup plus lignifiées que celles du tourteau de soja : 7 p.100 contre 1 p.100 de lignine.

Les teneurs en énergie digestible et métabolisable sont respectivement de 3480 et 2715 kcal, et les valeurs UFL et UFV de 0,94 et 0,88 par kg de MS.

Entre variétés, les différences de digestibilité restent faibles, du moins pour les variétés françaises : la digestibilité de la matière sèche est plus élevée de 1,3 point (différence non significative), en faveur de Tandem par rapport à Jet Neuf. Cette variation se traduit, au niveau de la valeur énergétique, par une augmentation de 0,02 UFL. En revanche, les Canadiens ont mis au point une nouvelle variété de colza, Candle, dont la teneur en cellulose brute de la graine est modérément réduite de 2,3 points, mais dont la digestibilité des parois augmente de façon importante et entraîne ainsi un accroissement de 3 points de la digestibilité de l'énergie (BUSH *et al.*, 1978 ; SHARMA *et al.*, 1980). Ainsi, la sélection variétale a-t-elle permis d'améliorer la valeur énergétique des tourteaux de colza canadiens de 0,07 UFL ou UFV par kg de MS.

b) Tournesol

La seule mesure récente de la digestibilité du tourteau de tournesol dit « pailleux » (MICHALET-DOREAU, non publié) a abouti à une digestibilité de la matière organique très inférieure à celle du colza : 54 p.100. Cette faible digestibilité s'explique, comme pour les graines de colza, par une teneur en lignine élevée (plus de 10 p.100), mais également par une forte proportion de constituants pariétaux. La teneur en NDF est ainsi de 44 p.100 pour le tourteau de tournesol issu de graine entière contre 28 p.100 pour le tourteau de colza et 16 p.100 pour le tourteau de soja (tabl. 1).

Les teneurs en énergie digestible et métabolisable sont estimées respectivement à 2456 et 1902 kcal, et les valeurs UFL et UFV à 0,62 et 0,51 par kg de MS.

c) Amélioration de la valeur énergétique : le dépelliculage

La proportion élevée de parois dans les tourteaux de colza et de tournesol et leur mauvaise utilisation digestive par le ruminant ont conduit à chercher à améliorer la valeur énergétique de ces tourteaux en réduisant la part de pellicules dans la graine. En effet, les parois sont principalement localisées dans les pellicules (tabl. 3), celles-ci représentant une fraction plus ou moins importante de la graine : 20 p.100 pour la graine de colza, 20 à 30 p.100 pour la graine de tournesol contre 7 p.100 seulement pour la graine de soja (MELCION, 1981). Le dépelliculage de la graine

TABLEAU 2

Digestibilité des tourteaux de colza et de tournesol (p. 100)

Auteurs	Animaux	Nature de la ration de base	% de tourteau dans la ration	Digestibilité Matière sèche	Matière organique	Cellulose brute	Energie
TOURTEAU DE COLZA							
Tables INRA (1978)					75	26	73
Wood et Stone (1970)	Veaux	Céréales	40	74,4			81,0
Sharma et al (1980)	Taurillons	Pulpes + céréales	50	76,9		33,2*	76,8
Sanders (non publié)	Chèvres	foin + concentré	50	70,7	72,5	9,4	71,5
Michalet-Doreau (1985)	Moutons	foin + mélasse	45	73,8	76,6	39,6	76,2
		foin + mélasse	45	75,1	78,5	39,8	77,7
		foin + pulpe	37	72,2	74,8	31,1	72,2
TOURTEAU DE TOURNESOL							
Michalet-Doreau (non publié)	Moutons	foin	60	51,5	54,4	6,9	53,2

* : digestibilité de l'ADF

avant trituration a pour but de séparer les pellicules des autres constituants de la graine, afin de disposer de produits plus riches en protéines et de valeur énergétique plus élevée. Mais, sur le plan technologique, le taux de dépelliculage varie avec le procédé utilisé, l'importance de la fraction à éliminer, mais aussi avec l'intensité de la liaison des pellicules avec l'endosperme de la graine. Les taux de décorticage obtenus actuellement sont voisins de 95 p.100 pour le colza (VERMEERSCH, 1981) et de 20 à 40 p.100 pour le tournesol (BAUDET, comm. pers.).

TABLEAU 3

Composition moyenne des pellicules (p.100 de matière sèche)

	colza(1)	tournesol(2)	soja(1)
Matière organique	92,3	96,1	94,0
Matières grasses	16,1	4,5	4,7
Matières azotées	20,9	4,7	15,2
Cellulose brute	15,9	58,3	31,4
NDF	41,3	79,0	51,1
ADF	32,7	62,7	35,5
Lignine	16,9	21,9	0,8

(1) Aufrère et Michalet-Doreau, 1987
(2) Perez et al, 1986

Le dépelliculage de la graine de colza entraîne une légère diminution de sa teneur en cellulose Weende (-1,6 point) et une augmentation de la teneur en matières azotées du tourteau, qui passe de 37 à 42 p.100 de la matière sèche. L'analyse des parois permet de mettre en évidence que le dépelliculage a pour effet principal de réduire la teneur en lignine du tourteau de 8,1 à 2,6 p.100, les teneurs en cellulose vraie (ADF-lignine) et en hémicellulose (NDF-ADF) n'étant que peu ou pas modifiées (tabl. 1).

Ces modifications de la composition chimique se traduisent, chez le ruminant, par une augmentation de la digestibilité de la matière sèche (13,3 points) et donc de la valeur énergétique du tourteau de colza : + 0,20 UFL et + 0,24 UFV / kg MS (tabl. 4).

Le dépelliculage de la graine de tournesol avant trituration se traduit par une augmentation de la teneur en matières azotées totales, qui passe de 32 à 38 p.100 de la matière sèche, et une diminution de la teneur en constituants pariétaux, de 44 à 32 p.100 de la matière sèche (tabl. 1). Si la fraction hémicellulose (NDF-ADF) des tourteaux de tournesol n'est pas modifiée par le traitement, les teneurs en cellulose vraie (ADF-lignine) et en lignine diminuent respectivement de 26 et 32 p.100, bien qu'elles restent sensiblement plus élevées que celles observées avec le tourteau de colza et, *a fortiori,* avec le tourteau de soja.

Cette diminution de la teneur en constituants pariétaux de la graine de tournesol s'accompagne parallèlement d'une augmentation de la digestibilité de la matière sèche, qui passe de 51,5 à 61,8 p.100 (tabl.4), mais la digestibilité de la matière organique du tourteau dépelliculé reste encore inférieure à celle du tourteau de colza non dépelliculé, soit respectivement 65 et 77 p.100.

La teneur en énergie brute des tourteaux de tournesol n'est pas modifiée par le dépelliculage, mais la variation de digestibilité se traduit par une augmentation de la valeur énergétique de + 0,15 UFL et + 0,18 UFV / kg MS.

En résumé, le dépelliculage de la graine de colza permet de disposer de tourteaux dont la valeur énergétique est très proche de celle des tourteaux de soja, soit respectivement 1,16 et 1,20 UFL / kg MS. Il n'en est pas de même pour les tourteaux de tournesol dépelliculés selon les techniques actuelles, pour lesquels la valeur énergétique (0,77 UFL / kg MS) reste encore bien inférieure à celles du tourteau de soja et du tourteau de colza même non dépelliculé.

2. Digestion de l'azote

Les teneurs en matières azotées des tourteaux de colza (35 à 42 p.100 de la MS) et de tournesol (30 à 40 p.100 de la MS) sont plus faibles que celle du soja (48 à 56 p.100). Elles varient avec le taux de dépelliculage, mais aussi avec la variété, la provenance et l'année de récolte. De plus, la valeur azotée dépend de la digestion ruminale. La valeur PDI qui la traduit fait état (INRA, 1978) d'un écart important entre le soja d'une part, le colza et le tournesol de l'autre. Dans le cadre de la rénovation du système PDI qui aboutira dans quelques mois à la publication de nouvelles tables

TABLEAU 4

Influence du dépelliculage sur la digestibilité et la valeur énergétique des tourteaux de colza et de tournesol

	Digestibilité (%)			Valeur énergétique /kg MS	
	Matière sèche	Matière organique	Cellulose brute	UFL	UFV
Tourteau de colza (2 essais)					
normal	73,7	76,6	35,4	0,96	0,90
dépelliculé	87,0	89,1	46,5	1,16	1,14
Tourteau de tournesol (1 essai)					
normal	51,5	54,4	6,9	0,62	0,51
dépelliculé	61,8	65,1	38,7	0,77	0,69

(Michalet-Doreau et al, non publié)

de valeur nutritive des aliments, les teneurs en PDIE et PDIN seront précisées de manière à tenir compte des progrès dans la technologie de trituration des tourteaux, des nouvelles méthodes d'évaluation de la dégradation ruminale de l'azote et des acquis scientifiques récents. Ces nouvelles tendances vont être présentées ici.

a) Dégradabilité dans le rumen et digestibilité dans l'intestin

La méthode la plus couramment utilisée depuis quelques années pour estimer la dégradabilité ruminale de l'azote est la dégradation « *in sacco* » : l'aliment à étudier est placé dans des sachets de nylon de maille déterminée, maintenus dans le rumen de vaches recevant un régime standard. A partir de la cinétique de disparition de l'azote dans les sachets, on définit la « DT6 », c'est-à-dire la proportion d'azote disparue (dégradabilité théorique) lorsque la vitesse de sortie des particules alimentaires du rumen est de 6 p.100 par heure - moyenne des valeurs obtenues pour différentes catégories de ruminants en production. La DT6 est le critère actuellement retenu en France pour caractériser la dégradabilité théorique d'un aliment dans le rumen.

Les mesures de DT6 représentées sur la figure 1 montrent que les tourteaux de colza et de tournesol sont non seulement plus pauvres en matières azotées mais aussi plus dégradables que les tourteaux de soja.

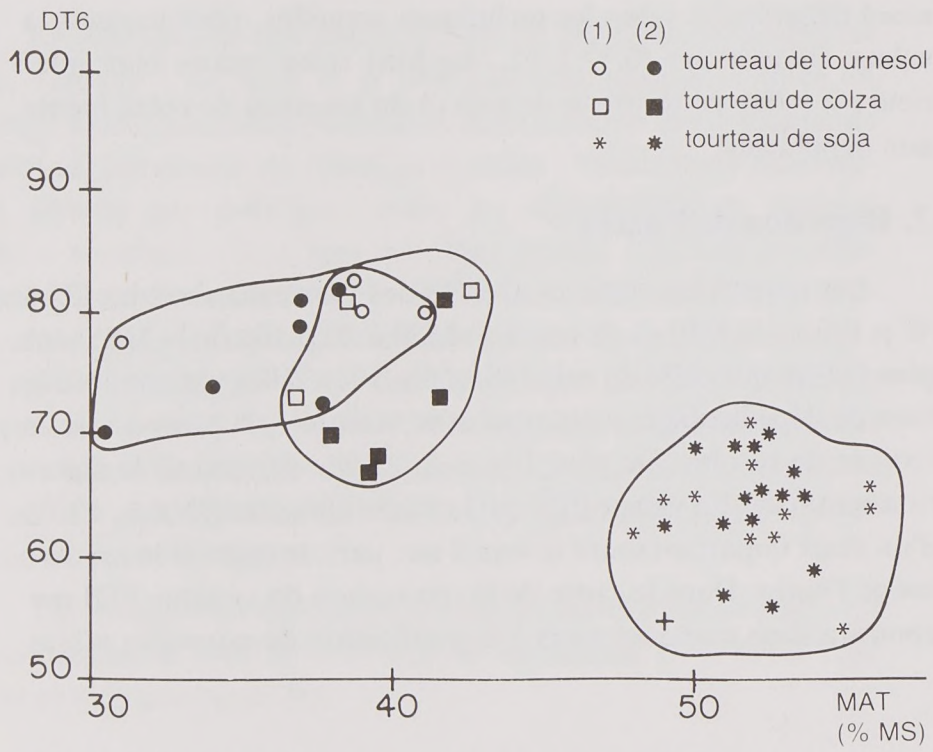


FIG. 1 : *Dégradabilité* in sacco *des tourteaux de colza, tournesol et soja*
(1) : MICHALET-DOREAU, non publié
(2) : MADSEN et HVELPLUND, 1985

Une méthode plus directe, mais de mise en œuvre beaucoup plus lourde, est la mesure du flux d'azote alimentaire sortant du rumen. Elle est obtenue en utilisant des animaux porteurs de fistules du duodénum, et en analysant sur un échantillon prélevé à ce niveau la concentration en « marqueurs » du contenu digestif d'une part, des microbes du rumen d'autre part. On peut ainsi estimer le flux d'azote total et le flux d'azote microbien, et par différence le flux d'azote alimentaire qui, rapporté à la quantité d'azote ingérée, donne le pourcentage d'azote alimentaire dégradé.

Peu de mesures de ce type ont été réalisées. Des comparaisons colza-soja sont rapportées dans le tableau 5. A notre connaissance, le tournesol n'a pas été comparé à l'un des deux autres tourteaux. Ces quelques essais donnent des résultats hétérogènes qui ne permettent pas d'établir des comparaisons entre les tourteaux de soja et de colza. L'analyse des flux d'azote totaux (VERITE, 1985), qui tient compte d'éventuelles variations de la synthèse microbienne en fonction de la nature du tourteau, semble montrer que les écarts entre les fractions alimentaires du soja et du colza, quel que soit le sens de la variation, sont réduits par une différence en sens inverse de la production de protéines microbiennes. Les chaînes carbonées de la fraction dégradée ont probablement constitué une source d'énergie pour les microbes. Ces résultats ayant été obtenus dans des essais où la quantité d'azote fermentescible disponible pour les bactéries n'était pas le facteur limitant de la synthèse microbienne, il est permis de penser que les différences de dégradabilité entre tourteaux sont partiellement compensées par des différences dans la synthèse de protéines microbiennes.

La digestibilité apparente de l'azote dans l'intestin grêle serait plus élevée pour le soja que pour le colza : pour des rations dont 40 p.100 de l'azote provenait du tourteau, elle était respectivement de 0,71 et 0,64 (HA et KENNELLY, 1984) ; 0,62 et 0,58 (ROOKE *et al.*, 1983). Il est possible que la cause en soit l'utilisation de tourteaux de colza non dépelliculés ; il est en effet probable que l'azote des pellicules, emprisonné dans les cellules non digérées dans le rumen, est moins digestible que celui de l'amande. Une telle tendance a déjà été observée chez le porc (BOURDON, 1985).

b) Composition en acides aminés

Chez les ruminants, l'apport azoté se calcule pour l'instant de façon quantitative en PDI, sans référence aux acides aminés indispensables, puisque en moyenne deux tiers des protéines arrivant dans le duodénum sont d'origine microbienne, et donc de

TABLEAU 5

Dégradabilité ruminale de l'azote du tourteau de colza mesurée in vivo *à partir des flux duodénaux d'azote*

Auteurs	Azote du concentré/ azote total (%)	Nature du témoin	Dégradabilité ruminale (%)	
			Témoin	Tourteau colza
Lindberg, 1984	20	Pois	62,2	74,9
		Far.poisson	54,0	
Ha et al, 1986	40	Tx. soja	57,9	63,3
Rooke et al, 1983	39	Tx. soja	89,6	77,0

composition en acides aminés relativement fixe. Sur la part restante, la moitié environ est constituée par l'azote alimentaire des fourrages ou concentrés autres que les tourteaux, dans la majorité des conditions d'alimentation. La composition en acides aminés des tourteaux a donc souvent été négligée. On peut cependant observer, d'après des données de PION (1981), que le colza est riche simultanément en lysine et en méthionine (5,7 et 2,1 g/16 g d'azote) et le tournesol particulièrement pauvre en lysine mais riche en méthionine (3,6 et 2,2 g/16 g d'azote). A titre de comparaison, les teneurs respectives en ces acides aminés du tourteau de soja sont 6,5 et 1,5 g/16 g d'azote. *A priori,* le colza et le tournesol seraient donc intéressants pour la production laitière, la méthionine étant souvent considérée comme l'acide aminé le plus limitant. L'utilisation du tournesol chez les ruminants en croissance se heurterait à sa faible teneur en lysine.

La connaissance de la teneur en acides aminés de ces tourteaux doit être complétée par celle de leur dégradabilité propre, estimée par la composition des résidus dans les sachets de nylon après incubation dans le rumen. Plusieurs auteurs ont montré que les différents acides aminés sont dégradés approximativement à la même vitesse pour un même aliment. C'est le cas de GANEV *et al.* (1979) qui ont trouvé que les proportions de méthionine et de lysine disparues après 9 h d'incubation étaient de 78 et 68 p.100 pour le tournesol, 56 et 62 p.100 pour le soja. Seuls VARVIKKO *et al.* (1983) ont observé que les proportions de ces acides aminés disparues après 12 h d'incubation étaient de 92 et 79 p.100 pour le colza et 68 et 57 p.100 pour le soja. Mais ce résultat mettant en évidence une dégradation extrêmement importante de la méthionine du colza n'a pas été retrouvé ou a été plus limité par la suite (ROOKE, 1985 ; SETÄLÄ et SYRJÄLÄQVIST, 1984).

c) Traitements permettant la réduction de la dégradabilité de l'azote dans le rumen

- Chauffage

L'application d'une température comprise entre 120 et 160° pendant un temps variable (au minimum 15 mn) contribue à réduire la dégradabilité de l'azote dans le rumen. Mais il semble (tabl. 6) qu'il faille une cuisson prolongée pour que la DT6 soit réduite de manière importante. Par ailleurs, l'action semblerait plus positive avec le colza qu'avec le soja (MIR *et al.*, 1984). Les références manquent quant à l'influence de la chaleur sur la dégradabilité de l'azote du tourteau de tournesol. Les résultats obtenus jusqu'à présent sont insuffisants pour permettre de définir avec précision les conditions de traitement permettant une réelle protection.

- Extrusion

C'est un traitement consistant dans le passage de l'aliment dans une vis sans fin à une température élevée (130 à 155°) pendant quelques secondes, mais avec une forte augmentation de pression, des forces de cisaillement et le brusque retour à la pression atmosphérique à la sortie de la filière. L'effet de l'extrusion a surtout été étudié sur la graine entière de soja : elle semble entraîner une réduction plus importante de la dégradabilité de l'azote que la simple action de la chaleur. Mais l'effet est certainement moins marqué pour les tourteaux que pour les graines, car les tourteaux ont généralement subi un traitement préalable à la chaleur. Les données sur le colza et le tournesol sont rares, et il est difficile de savoir si l'efficacité du traitement est du même ordre que sur le soja.

- Tannage au formol

C'est le traitement le plus efficace, ainsi que le montre le tableau 6. L'homogénéité des résultats obtenus semble indiquer que les conditions du traitment technologique sont désormais bien maîtrisées. D'après VERITE *et al.* (1977), l'efficacité du traitement est aussi grande avec le colza qu'avec le soja. Le tannage permet d'accroître le flux total d'azote entrant dans l'intestin dans la plupart des essais (SHARMA *et al.*, 1974) et également avec des mélanges soja/colza (VERITE *et al.*, 1977 et VERITE, 1979). Seuls ROOKE *et al.* (1983) n'ont pas observé d'amélioration, l'accroissement de l'azote alimentaire étant probablement compensé par une réduction de la synthèse micro-

TABLEAU 6

Influence de différents traitements technologiques sur la dégradabilité ruminale théorique (DT6) des matières azotées des tourteaux de colza et de tournesol

Auteurs	Témoin	Traitement technologique	
		Chaleur ou extrusion	Formol
Tourteau de colza			
Laycock et Miller (1981)	86	80 (130°C,15')	
		73 (160°C,15')	
Rooke et al (1983)	73,3		27,1
Ha et Kennelly (1984)	64,5		21
Freer et Dove (1984)	66		17
Lindberg (1984)	78	79 (120°C,1H)	
		14 (140°C,4H)	
Bailey et Hironaka (1984)	82		21
Michalet-Doreau (non publié)	78,5		31,5
Tourteau de tournesol			
Schingoethe et Ahrar (1979)	54,4 (1)	47,5 (1) (extrusion)	
Freer et Dove (1984)	70		17
Madsen (1985)	77		17

(1) : fermentescibilite theorique

bienne. Dans tous ces essais, la digestibilité intestinale de l'azote n'a pas été modifiée par le traitement.

- Autres techniques

Depuis peu, d'autres techniques de protection des tourteaux contre la dégradation dans le rumen sont employées pour certains produits commerciaux. L'absence de références expérimentales, due à la non-divulgation des procédés, empêche de se prononcer sur leur efficacité.

Le dépelliculage qui, on l'a vu, accroît la valeur énergétique, pourrait accroître non pas la protection de l'azote contre la dégradation ruminale (MICHALET-DOREAU, non publié), mais plutôt la digestibilité intestinale de l'azote, comme le suggérait VERITE (1985). Il est probable en effet que la digestibilité intestinale des protéines des pellicules de colza est faible, étant données les teneurs importantes en matières azotées non digestibles : 80 g/kg de MS de pellicules (MICHALET-DOREAU *et al.*, 1983).

II. Utilisation digestive des graines de colza et de tournesol

L'incorporation de matières grasses dans les aliments concentrés pour vaches laitières se développe depuis quelques années en France. Deux objectifs sont recherchés :

1°) apporter des acides gras qui peuvent servir de précurseurs des matières grasses du lait et éventuellement se substituer aux acides gras issus de la mobilisation des réserves corporelles (CHILLIARD *et al.*, 1986) ;

2°) accroître la valeur énergétique des rations. Une valeur globale de 2,8 UFL/kg a récemment été proposée pour les matières grasses pures (VERMOREL *et al.*, 1986).

Les graines de colza et de tournesol sont parmi les plus riches en lipides (tabl. 7). Mais l'un des principaux freins à la supplémentation en matières grasses des rations des vaches laitières est l'action négative des lipides alimentaires sur la digestion du reste de la ration, en particulier des constituants pariétaux. Elle s'accompagne d'une orientation des fermentations ruminales vers la formation d'acide propionique. Cependant, l'addition de matières grasses n'entraîne le plus souvent pas ou peu de variation de la digestibilité de l'énergie de la ration (VERMOREL *et al.*, 1986). En effet, la réduction de la digestibilité ruminale des constituants non pariétaux est en partie compensée dans l'intestin ; de plus, la digestibilité propre des matières grasses est très élevée, souvent comprise entre 80 et 85 p.100. En revanche, la baisse de digestibilité des parois est très fréquente. Il a en effet été montré que les acides gras avaient une action négative sur la croissance des bactéries cellulolytiques (GALBRAITH *et al.*, 1971). Cet effet semble d'autant plus important que les acides gras sont polyinsaturés. Les mécanismes mis en jeu sont représentés sur la figure 2. La diminution de la digestibilité ruminale ne peut être que très partiellement compensée dans l'intestin. Par ailleurs, la réduction de l'activité microbienne est certainement compensée par une efficacité accrue de la synthèse de protéines microbiennes, exprimée en quantité de protéines par kg de matière organique digérée dans le rumen.

TABLEAU 7

Composition moyenne des graines entières
(p.100 matière sèche)

	colza	tournesol	soja
Matière organique	90,1	96,6	94,5
Matières grasses	45,8	32,6	19,9
Matières azotées	23,8	16,3	40,0
Cellulose brute	7,6	26,1	6,1
NDF	13,0	41,5	13,0
ADF	9,5	31,0	8,5
Lignine	4,0	8,8	1,0

(INRA, 1978 et Sauvant, 1981)

Aussi, le souci majeur des industriels qui incorporent des matières grasses dans les aliments composés pour vaches laitières est-il de limiter cette perturbation due aux matières grasses. De nombreuses techniques de protection des lipides contre la dégradation dans le rumen sont apparues ; mais l'efficacité de ces traitements est souvent problématique (DOREAU et BAUCHART, 1984 et non publié). En particulier, la technique d'enrobage des lipides - qui peuvent d'ailleurs être des huiles de colza (SYRJÄLÄ-QVIST et ASPILA, 1984) ou de tournesol - dans une coque de protéines traitées au formol - présente une grande variabilité de l'efficacité de la protection, d'un essai à l'autre. La protection chimique des protéines n'implique pas systématiquement la protection des lipides.

Quoi qu'il en soit, les graines oléagineuses, du fait de leur richesse en acides gras polyinsaturés (tabl. 8) sont souvent considérées comme moins adaptées aux rations pour ruminants que le suif ou les lipides protégés. Aussi comparerons-nous l'effet des graines et huiles de colza et de tournesol à celui non seulement des graines et huiles de soja, mais aussi du suif, en considérant les effets sur la digestion des glucides et sur le métabolisme de l'azote dans le rumen.

TABLEAU 8

Composition en acides gras (en moles p.100) des principales matières grasses ajoutées dans l'alimentation du ruminant

	huiles végétales			
	colza	tournesol	soja	suif
acide palmitique -C16:0	4	10	10	26
acide stéarique -C18:0	2	3	4	15
acide oléique -C18:1	61	13	23	43
acide linoléique -C18:2	20	66	51	6
acide linolénique-C18:3	13	4	18	1

(d'après Morand-Fehr, 1981; Bauchart et al, 1985)

1. Intérêt des matières grasses du colza et du tournesol par rapport à celles du soja et du suif

La digestibilité des parois et l'orientation des fermentations ruminales vers l'acide propionique semblent légèrement plus

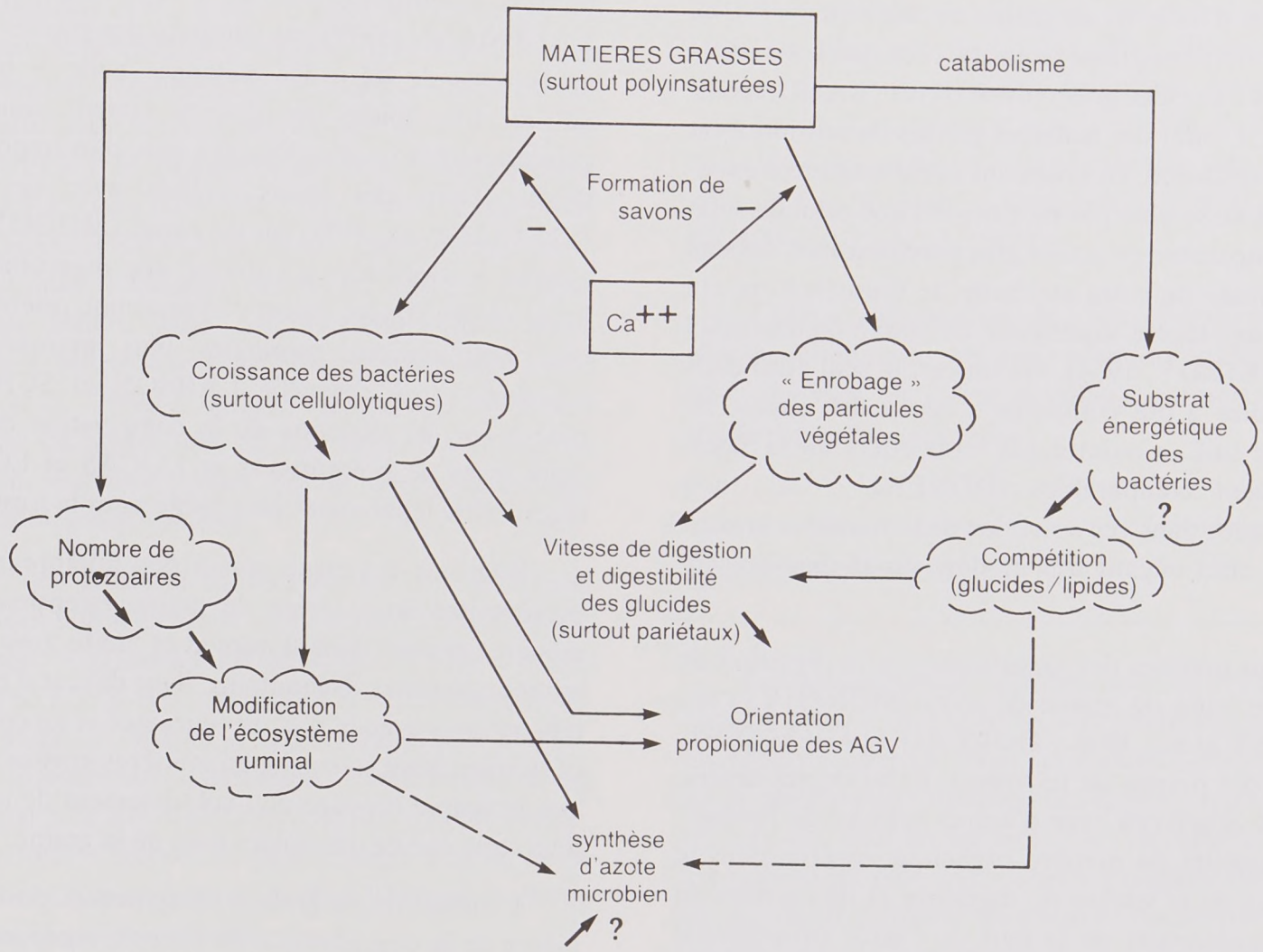
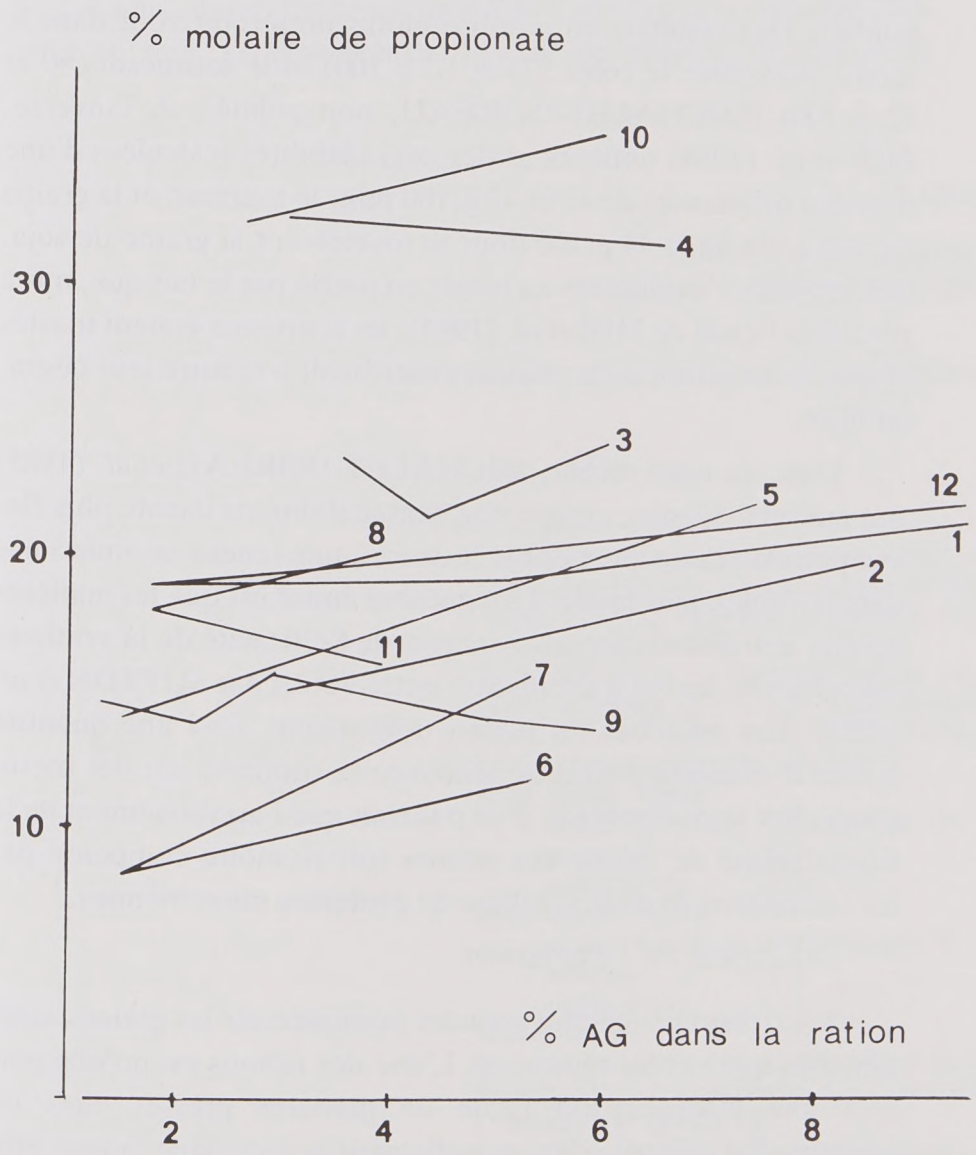


FIG. 2 : *Action des matières grasses sur la digestion ruminale. Principales hypothèses*



1. Huile de colza (Doreau, 1985)
2. Graine de colza (Doreau et al, 1986)
3. Graine de tournesol (Rafalowski et Park, 1982)
4. Graine de tournesol (Finn et al, 1985)
5. Graine de soja (Michalet-Doreau et al, 1985)
6. Graine de soja (Steele et al, 1971)
7. Huile de soja (Steele et al, 1971)
8. Huile de soja (Mac Leod et Wood, 1972)
9. Suif (Storry et al, 1973)
10. Suif (Esplin et al, 1963)
11. Suif (Mc Leod et Wood, 1972)
12. Suif (Doreau, 1985)

FIG. 3 : *Liaison entre l'accroissement de la teneur en acides gras de la ration et la proportion de propionate dans le mélange des AGV du rumen*

réduites avec l'apport d'huile ou de graine de colza qu'avec celui de suif ou même de matières grasses du soja, bien que ces dernières soient plus riches en acides gras polyinsaturés (BAUCHART *et al.*, 1985 et fig. 3). L'effet des matières grasses du tournesol est difficile à mettre en évidence, en raison du faible nombre d'expérimentations, mais il ne semble pas plus négatif que celui du soja, pour une teneur comparable en acides gras polyinsaturés. Le seul essai dans lequel l'huile de colza et l'huile de tournesol ont été comparées montre une légère supériorité de l'huile de tournesol (ROBERTS et Mc KIRDY, 1964). De même, le seul essai dans lequel l'huile de colza a été comparée à une autre source de matières grasses - le suif - a montré que leurs effets sur la digestion ruminale étaient comparables (DOREAU *et al.*, non publié). Il est vrai que, dans cet essai, les deux matières grasses étudiées ont eu un effet négatif très modéré sur la digestion du reste de la ration.

Des études plus précises des mécanismes de la digestion de rations enrichies en huile ou graine de colza (MURPHY *et al.*, 1984 ; BAUCHART *et al.*, 1986 ; DOREAU et MICHALET-DOREAU, 1987) ont permis de retrouver, à des degrés divers, les caractéristiques observées avec d'autres sources de lipides : réduction de la quantité de matière organique digérée dans le rumen, liée à celles de la vitesse de digestion et du nombre de protozoaires ; accroissement de la part de l'acide propionique dans le mélange des AGV du rumen.

La figure 3 met en évidence que la variation d'un essai à l'autre pour une même source de matières grasses est beaucoup plus importante que la variation entre sources de matières grasses. On peut penser que différents facteurs non maîtrisés autres que la désaturation des acides gras peuvent agir pour réduire la digestion ruminale : apport de calcium dans la ration, permettant la complexation de ce cation avec les acides gras dans le rumen, interaction négative amidon-lipides. Mais les expérimentations sont encore trop fragmentaires pour qu'il soit possible de tirer des lois générales. Toutefois, au vu des résultats actuels, il semble difficile d'affirmer que l'utilisation des matières grasses du colza ou du tournesol entraîne des perturbations digestives plus importantes que d'autres sources de lipides.

2. Forme de présentation des matières grasses du colza et du tournesol

La première précaution à respecter est de ne pas utiliser les graines de colza sous forme non broyée. Leur digestibilité est réduite (DOREAU, 1985), de par le faible coefficient de digestion des acides gras. La petite taille des graines entraîne un concassage insuffisant lors de la mastication, et la pellicule trop dure n'est que partiellement attaquée par les microorganismes du rumen.

Les deux questions essentielles qui se posent sont :

1°) l'effet des matières grasses est-il le même lorsqu'elles sont incluses dans une graine ou « libres » sous forme d'huile ?

2°) un traitement technologique approprié peut-il améliorer la valeur nutritive des graines ?

a) Graine ou huile

La comparaison directe de ces deux formes d'apport, en quantités équivalentes, a été réalisée dans un petit nombre d'essais, essentiellement avec le soja. Seuls HAGEMEISTER et KAUFMANN (1979) ont comparé des graines écrasées de colza, de soja ou de lin à des mélanges huile + tourteau de même nature. Les lipides des graines étaient moins hydrogénés et conduisaient à un flux d'acides gras plus important que ceux de l'huile. Dans des essais réalisés avec des graines de soja (STEELE *et al.*, 1971) ou de coton (MOODY, 1978), la forme « huile + tourteau » a entraîné une digestibilité de la cellulose brute ou des lipides moins élevée et une orientation propionique des fermentations ruminales plus marquée que la forme « graine » ; en revanche LARSON et SCHULTZ (1970) ne notent aucune variation de la composition des AGV entre les deux types de présentation et LUCAS et LOOSLI (1944) une digestibilité légèrement plus faible pour la forme « graine ».

Bien que ces essais soient peu nombreux, il semble que la présentation sous forme de graine ralentisse la libération des matières grasses dans le rumen et limite ainsi leur action sur les microorganismes. Néanmoins, il est délicat d'extrapoler les résultats obtenus avec le soja au tournesol et au colza. En particulier, ce dernier étant très riche en matières grasses, il n'est pas certain que le simple broyage ou l'aplatissement de la graine assure une libération élevée des lipides hors de la graine.

L'utilisation de graines oléagineuses pose également le problème de la dégradabilité de l'azote, comparée à celle des tourteaux correspondants. En règle générale, il apparaît clairement que l'azote des tourteaux est moins dégradable que celui des graines : les DT6 des tourteaux et des graines sont respectivement, pour le soja, de 67 et 79 p.100 d'après une compilation bibliographique, de 64 et 87 p.100 d'après MICHALET-DOREAU (non publié). Des résultats en nombre moins important vont dans le même sens pour le colza (73 et 87 p.100) et le tournesol (80 et 92 p.100) (MICHALET-DOREAU, non publié). A l'inverse, MIR *et al.* (1984) obtiennent des dégradabilités (calculées d'une manière différente) de 48 et 41 p.100 pour le tourteau et la graine de colza, de 61 et 44 p.100 pour le tourteau et la graine de soja. Ces résultats s'expliquent au moins en partie par le fait que, mis à part dans l'essai de MIR *et al.* (1984), les tourteaux étaient toastés et que cette action de la chaleur contribuait à réduire leur dégradabilité.

Dans un essai récent, MICHALET-DOREAU *et al.* (1985) ont mis en évidence, malgré une dégradabilité de l'azote plus élevée pour la graine que pour le tourteau, une teneur en ammoniac dans le rumen plus faible. L'hypothèse émise est que les matières grasses entraînent un accroissement de l'efficacité de la synthèse microbienne, ce qui a été montré entre autres par SUTTON *et al.* (1983). Les microbes du rumen utiliseraient ainsi une quantité accrue d'ammoniac. Si cette tendance se confirme par des mesures de flux total duodénal, il se pourrait que l'accroissement de la dégradabilité de l'azote des graines soit au moins compensé par un accroissement de la synthèse de protéines microbiennes.

b) Effets de l'extrusion

L'extrusion a été plus souvent pratiquée sur les graines oléagineuses que sur les tourteaux. L'une des raisons est qu'elle permet une incorporation facile de matières grasses dans un aliment. Par ailleurs, c'est actuellement la technique la plus efficace de protection des graines contre la dégradation ruminale.

Elle n'entraîne aucune modification de la composition en acides gras de la graine, d'après des résultats obtenus avec le soja

(MICHALET-DOREAU *et al.*, 1985). L'effet de l'extrusion sur la digestion ruminale de la fraction non grasse de la ration, estimé par la fraction de matière organique digérée dans le rumen est nul ou légèrement positif avec le colza (DOREAU *et al.*, 1986), le tournesol (Mc GUFFEY et SCHINGOETHE, 1982), comme avec le soja (MIELKE et SCHINGOETHE, 1981 ; VAN DIJK *et al.*, 1983 ; MICHALET-DOREAU *et al.*, 1985). Le pourcentage de propionate dans le mélange des AGV n'est pas modifié ou est légèrement réduit. Une comparaison graine extrudée / mélange huile + tourteau extrudé portant notamment sur le colza (DOREAU *et al.*, 1986) a montré l'absence de différence dans la composition en acides gras du lait, reflet des fermentations ruminales. On peut ainsi penser que les structures cellulaires de ces deux produits sont voisines.

La protection des matières azotées contre la dégradation ruminale a été surtout étudiée avec le soja : selon STERN (1981), l'extrusion fait passer la dégradabilité théorique de l'azote mesurée « *in sacco* » de 85 à 39 p.100 ; selon MICHALET-DOREAU *et al.* (1986), elle passe de 76 à 39 p.100. L'efficacité serait proportionnelle à la température d'extrusion. Cette tendance est confirmée *in vivo* par STERN *et al.* (1985) ; le flux d'azote duodénal alimentaire et total s'accroît, le pourcentage d'azote de la ration dégradé dans le rumen passant de 80 p.100 avec la graine crue à 60 p.100 avec le graine extrudée.

En revanche, le seul essai réalisé avec du colza (MICHALET-DOREAU *et al.*, 1986, tabl. 9) n'a pas montré de variation de flux duodénal entre la graine crue et la graine extrudée. Deux hypothèses peuvent être envisagées :

- une moins grande efficacité de l'extrusion du colza par rapport au soja. La plus grande richesse en matières grasses de la graine de colza peut entraîner une modification moindre de la structure physique du produit. Par ailleurs, il est possible que l'action de l'extrusion sur la protection des protéines varie selon leur nature. Les pourcentages respectifs d'albumines et de globulines dans les matières azotées totales sont de 40 et 28 pour le colza, 22 et 56 pour le tournesol, 10 et 90 pour le soja (GUEGUEN et AZANZA, 1984) ;

- une compensation de l'accroissement du flux duodénal d'azote alimentaire par une réduction du flux d'azote microbien. Des analyses en cours devraient permettre de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

III. Conclusion

Les connaissances relatives aux valeurs énergétiques et azotées du colza et du tournesol sont beaucoup plus réduites que celles relatives au soja. Pour un certain nombre d'aspects, comme les perspectives d'utilisation des graines, nous avons dû nous référer au soja, tout en sachant que l'extrapolation était délicate. Il est cependant clair que, depuis quelques années, les recherches sur la valeur nutritive du colza et du tournesol se développent, parallèlement à leur emploi sur le terrain. Nous avons donc tout lieu de penser qu'un certain nombre de chiffres donnés dans ce texte sera modifié dans les années à venir. Les aspects que nous avons développés conduisent cependant à quelques réflexions :

1°) Pour alimenter les ruminants, il n'est peut-être pas primordial de vouloir obtenir à tout prix des produits de même valeur nutritive que le soja. Une amélioration du taux de décorti-

TABLEAU 9

Effet de l'apport de graines oléagineuses extrudées ou non sur la digestion chez la vache

	REGIMES		
	TE	GE	GC
Digestibilité de la matière organique (%)	74,7	74,7	73,9
Digestibilité de la cellulose brute (%)	65,8	65,8	62,8
Proportion de matière organique digérée dans le rumen (%)	67,0	62,8	59,8
Dégradation de la matière sèche in sacco dans le rumen (%) - 12h d'incubation	65,7	61,6	60,0
- 48h d'incubation	82,2	79,5	79,1
Acides gras volatils du rumen :			
1/2h avant repas			
- acidité totale (millimoles/l)	76,0	73,2	79,7
- acétate (%)	67,1	65,9	64,3
- propionate (%)	15,7	17,9	19,6
2h30 après repas			
- acidité totale (millimoles/l)	102,2	101,6	93,1
- acétate (%)	67,0	65,2	64,4
- propionate (%)	17,5	19,8	19,9
Azote ingéré (g/j)	602	605	596
Flux d'azote duodénal non ammoniacal (g/j)	397	440	427
Digestibilité apparente de l'azote dans l'intestion grêle (%)	60,9	64,1	65,1

Les régimes comprenaient environ 60 % de foin et 40 % d'aliment concentré composé de tourteau extrudé (TE) graine extrudée (GE) ou graine crue (GC) Teneurs respectives en acides gras des rations : 3.0 - 8,4 et 8,4 p.100 (Doreau et al, 1986 et non publié, Michalet-Doreau et al, 1986).

cage du tourteau de tournesol, par exemple, ne se justifie peut-être ni économiquement, ni techniquement, d'autant plus que, dans les aliments pour vaches laitières, une teneur minimum en parois est recherchée.

2°) Il importe de connaître avec précision les conditions de traitement technologique du produit issu de la graine entière pour en estimer correctement la valeur nutritive : le taux de décorticage, le degré de dégraissage ou les conditions d'extrusion peuvent être relativement différentes d'une usine à l'autre et induire des variations importantes de valeur énergétique ou azotée.

REMERCIEMENTS

Les études sur tourteaux de colza et tournesol menées à l'INRA de Theix ont été réalisées avec l'aide financière du CETIOM.

Références bibliographiques

AUFRERE J., MICHALET-DOREAU B., 1987. Comparison of methods for predicting digestibility of feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, sous presse.

BAILEY C.B., HIRONAKA R., 1984. Estimation of the rumen degradability of nitrogen and nonprotein organic matter in formaldehyde-treated and untreated canola meal. *Can. J. Anim. Sci.*, **64,** 183-185.

BAUCHART D., DOREAU M., LEGAY-CARMIER F., 1985. Utilisation digestive des lipides et conséquences de leur introduction sur la digestion du ruminant. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **61,** 65-77.

BAUCHART D., LEGAY-CARMIER F., DOREAU M., JOUANY J.P., 1986. Effet de l'addition de matières grasses non protégées à la ration de la vache laitière sur la teneur et la composition chimique des bactéries et des protozoaires du rumen. *Reprod. Nutr. Dév.*, **26,** 309-310.

BOURDON D., 1985. Valeur nutritive des nouveaux tourteaux et graines entières de colza à basse teneur en glucosinolates pour le porc à l'engrais. C.R. Colloque « *Tourteau de colza* », 6-36, ONIDOL, Paris.

BUSH R.S., NICHOLSON J.W.G., MACINTYRE T.M., MCQUEEN R.E., 1978. A comparison of Candle and Tower rapeseed meals in lamb, sheep and beef steer rations. *Can. J. Anim. Sci.*, **58,** 369-376.

CHILLIARD Y., MORAND-FEHR P., SAUVANT D., BAS P., 1986. Utilisation métabolique des lipides par le ruminant en lactation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **63,** 81-91.

DOREAU M., 1985. La graine et l'huile de colza : appétibilité et influence sur la digestion des ruminants. C.R. Colloque « *Tourteau de colza* », 115-136. ONIDOL, Paris.

DOREAU M., BAUCHART D., 1984. Optimisation de la digestion de régimes riches en lipides. In « *Peut-on et comment utiliser les matières grasses dans la ration des vaches laitières ?* », Jl-J26, CAAA Paris.

DOREAU M., CHILLIARD Y., VOISIN A., MICHALET-DOREAU B., BAUCHART D., LEGAY-CARMIER F., 1986. Utilisation des graines oléagineuses extrudées dans l'alimentation du ruminant. in *Cuisson-Extrusion,* Les Colloques de l'INRA, 7p, Ed. INRA Publ., à paraître.

DOREAU M., MICHALET-DOREAU B., 1987. Dégradabilité *in sacco* des constituants pariétaux dans le rumen. Effet de l'apport de matières grasses dans la ration de la vache laitière. *Reprod. Nutr. Dév.*, accepté pour publication.

ESPLIN G., HALE W.H., HUBBERT F., TAYLOR B., 1963. Effect of animal tallow and hydrolyzed vegetable and animal fat on ration utilization and rumen volatile fatty acid production with fattening steers. *J. Anim. Sci.*, **22,** 695-698.

FINN A.M., CLARK A.K., DRACKLEY J.K., SCHINGOETHE D.J., SAHLU T., 1985. Whole rolled sunflower seeds with or without additional limestone in lactating dairy cattle rations. *J. Dairy Sci.*, **68,** 903-913.

FREER H., DOVE H., 1984. Rumen degradation of protein in sunflower meal, rapeseed meal and lupin seed, using nylon bags. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **11,** 87-101.

GALBRAITH H., MILLER T.B., PATON A.M., THOMPSON J.K., 1971. Antibacterial activity of long chain fatty acids and the reversal with calcium, magnesium, ergocalciferol and cholesterol. *J. Appl. Bacteriol.*, **34,** 803-813.

GANEV G., ØRSKOV E.R., SMART R., 1979. The effect of roughage or concentrate feeding and rumen retention time on total degradation of protein in the rumen. *J. Agric. Sci.*, **31,** 625-632.

GUEGUEN J., AZANZA J.L., 1984. Composition et propriétés physicochimiques des protéines de légumineuses et d'oléagineux. In : B. Godon, *Protéines végétales,* 135-159, Ed. Lavoisier, Paris.

HA J.K., KENNELLY J.J., 1984. *In situ* dry matter and protein degradation of various protein sources in dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, **64,** 443-452.

HA J.K., KENNELLY J.J., BERZINS R., 1986. Effect of dietary nitrogen source on microbial protein synthesis, dietary protein degradation and nutrient digestion in steers. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **14,** 117-126.

HAGEMEISTER H., KAUFMANN W., 1979. Mikrobielle Synthese nicht flüchtiger Fettsäuren in den Vormägen von Milchkühen. *Kiel. Milchw. Forchungsber.*, **31,** 11-29.

INRA, 1978. Tableaux de la valeur nutritive des aliments. in *Alimentation des ruminants,* 519-555, Ed. INRA Publ., Versailles.

LARSON S.A., SCHULTZ L.H., 1970. Effects of soybeans compared to soybean oil and meal in the ration of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **53,** 1233-1240.

LAYCOCK K.A., MILLER E.L., 1981. Nitrogen solubility and degradability of commercially and laboratory prepared rapeseed and soyabean meals. *Nutr. Soc. Abst.*, 103A.

LINDBERG J.E., 1984. Nitrogen metabolism in sheep. 2. A comparison between rumen degradability of nitrogen and organic matter *in sacco* and *in vivo* in sheep fed rations with hay, barley and various protein supplements. *Swed. J. Agric. Res.*, **14,** 37-43.

LUCAS H.L., LOOSLI J.K., 1944. The effect of fat upon the digestion of nutrients by dairy cows. *J. Anim. Sci.*, **3,** 3-11.

MACLEOD G.K., WOOD A.S., 1972. Influence of amount and degree of saturation of dietary fat on yield and quality of milk. *J. Dairy Sci.*, **59,** 439-445.

MADSEN J., 1985. The basis for the proposed nordic protein evaluation system for ruminants. The AAT-PBN System. *Acta Agric. Scand.*, suppl. 25, 9-20.

MADSEN J., HVELPLUND T., 1985. Protein degradation in the rumen. *Acta Agric. Scand.*, suppl. 25, 103-124.

MELCION J.P., 1981. Le décorticage : procédés classiques et procédés nouveaux. In : *Nouvelles techniques et nouveaux produits à partir des oléagineux et des graines de légumineuses,* Hl-H24, CAAA, Paris.

MICHALET-DOREAU B., 1985. Valeur énergétique des tourteaux de colza. C.R. Colloque « *Tourteau de colza* », 96-108, ONIDOL, Paris.

MICHALET-DOREAU B., BOGAERT C., BAUCHART D., 1985. Valeur nutritive des graines de soja crues ou extrudées pour les ruminants. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **59,** 29-38.

MICHALET-DOREAU B., DOREAU M., VOISIN A., BOGAERT C., 1986. Influence de l'extrusion sur la valeur azotée des aliments pour ruminants. In *Cuisson-extrusion,* Les Colloques de l'INRA, 8p., Ed. INRA Publ., Versailles, à paraître.

MICHALET-DOREAU B., THERIEZ M., BRUN J.P., DEMARQUILLY C., 1983. Valeur alimentaire des pellicules de colza. *6e Congr. Int. Colza,* 1564-1570, Paris.

MIELKE C.D., SCHINGOETHE D.J., 1981. Heat-treated soybeans for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, **64,** 1579-1585.

MIR Z., MACLEOD G.K., BUCHANAN-SMITH J.G., GRIEVE D.G., GROVUM W.L., 1984. Methods for protecting soybean and canola proteins from degradation in the rumen. *Can. J. Anim. Sci.*, **64,** 853-865.

MOODY E.G., 1978. Cottonseed and oil in dairy rations at two rouhages levels. *Feedstuffs,* **58,** (41) 20-21.

MORAND-FEHR P., 1981. Les lipides dans les aliments concentrés pour ruminants. in *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants,* 297-305, Ed. INRA Publ., Versailles.

MURPHY J.J., UDEN P., PALMQUIST D.L., WIKTORSSON H., 1984. Rumen and digestibilities in lactating cows fed diets containing ful-fat rapeseed. *35th. Ann. Meet. EAAP,* La Haye, 12 p.

Mc GUFFEY R.K., SCHINGOETHE D.J., 1982. Whole sunflower seeds for high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **65,** 1479-1483.

ØRSKOV E.R., Mc DONALD I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Camb.*, **92,** 499-503.

PEREZ J.M., BOURDON D., BAUDET J.J., EVRARD J., 1986. Prévision de la valeur énergétique des tourteaux de tournesol à partir de leur teneur en constituants pariétaux. *J. Rech. Porc.*, **18,** 35-46.

PION R., 1981. Les protéines des graines et des tourteaux. in *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants,* 259-263, Ed. INRA Publ., Versailles.

RAFALOWSKI W., PARK C.S., 1982. Whole sunflower seed as a fat supplement for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, **65,** 1484-1492.

ROBERTS W.K., Mc KIRDY J.A., 1964. Weight gains, carcass fat characteristics and rations digestibility in steers as affected by dietary rapeseed oil, sunflower oil and animal tallow. *J. Anim. Sci.,* **23,** 682-687.

ROOKE J.A., 1985. The nutritive value of feed proteins and feed protein residues resistant to degradation by rumen microorganisms. *J. Sci. Food Agric.*, **36,** 629-637.

ROOKE J.A., BROOKES I.M., ARMSTRONG D.G., 1983. The digestion of untreated and formaldehyde-treated soya-bean and rapeseed meals by cattle fed a basal silage diet. *J. Agric. Sci. Camb.*, **100,** 329-342.

SAUVANT D., 1981. Prévision de la valeur énergétique des aliments concentrés et composés pour les ruminants. in *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants,* 237-258, Ed. INRA Publ., Versailles.

SCHINGOETHE D.J., AHRAR M., 1979. Protein solubility, amino acid composition and biological value of regular and heat-treated soybean and sunflower. *J. Dairy Sci.*, **62,** 925-931.

SETÄLÄ J., SYRJÄLÄ-QVIST L., 1984. Degradation of crude protein and quality of undegradable protein in untreated or formaldehyde-treated rapeseed meal. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **12,** 19-27.

SHARMA H.R., INGALLS J.R., DEVLIN T.J., 1980. Apparent digestibility of Tower and Candle rapeseed meals by Holstein bull calves. *Can. J. Anim. Sci.*, **60,** 915-918.

SHARMA H.R., INGALLS J.R., PARKER R.J., 1974. Effects of treating rapeseed meal and casein with formaldehyde on the flow of nutrients through the gastrointestinal tract of fistulated Holstein steers. *Can. J. Anim. Sci.*, **54,** 305-313.

STEELE W., NOBLE R.C., MOORE J.H., 1971. The effects of 2 methods of incorporating soybean oil into the diet on milk yield and composition in the cow. *J. Dairy Res.*, **38,** 43-48.

STERN M.D., 1981. Effects of heat in protein utilization by ruminants. *Feedstuffs,* **53** (46), 24-26.

STERN M.D., SANTOS K.A., SATTER L.D., 1985. Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small intestine of lactating dairy cattle fed heat-treated whole soybeans. *J. Dairy Sci.*, **68,** 45-56.

STORRY J.E., HALL A.J., JOHNSON V.W., 1973. The effects of increasing amounts of dietary tallow on milk fat secretion in the cow. *J. Dairy Res.*, **40,** 293-299.

SUTTON J.D., KNIGHT R., McALLAN A.B., SMITH R.H., 1983. Digestion and synthesis in the rumen of sheep given diets supplemented with free and protected oils. *Br. J. Nutr.*, **49,** 419-432.

SYRJÄLÄ-QVIST L., ASPILA P., 1984. Rapeseed fat in dairy cow feeding. *J. Agric. Sci. Finland,* **56,** 83-87.

VAN DIJK H.J., O'DELL G.D., PERRY P.R., GRIMES L.W., 1983. Extruded versus raw ground soybeans for dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, **66,** 2511-2525.

VARVIKKO T., LINDBERG J.E., SETÄLÄ J., SYRJÄLÄ-QVIST L., 1983. The effect of formaldehyde treatment of soya-bean and rapeseed meal on the amino acid profiles and acid-pepsin solubility of rumen undegraded protein. *J. Agric. Sci. Camb.*, **101,** 603-612.

VERITE R., 1979. Les tourteaux tannés dans l'alimentation des vaches laitières. In : *Les protéines tannées : premier bilan d'utilisation,* 21-44, CAAA, Paris.

VERITE R., 1985. Valeur azotée du tourteau de colza pour les ruminants. C.R. Colloque « *Tourteau de colza* », 109-114, ONIDOL, Paris.

VERITE R., PONCET C., CHABI S., PION R., 1977. Utilisation des tourteaux traités au formol par les vaches laitières I. Aspects digestifs. *Ann. Zootech.*, **26,** 167-181.

VERMEERSCH G., 1981. Feasibilité et limites du décorticage industriel des graines oléagineuses. In : *Nouvelles techniques et nouveaux produits à partir des oléagineux et des graines de légumineuses,* II, I 17, CAAA, Paris.

VERMOREL M., SAUVANT D., MICHALET-DOREAU B., 1986. Valeur énergétique des matières grasses de la ration des vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **66,** 67-73.

WOOD A.S., STONE J.B., 1970. Digestibility, nitrogen retention and caloric value of rapeseed and soybean meals when fed at two dietary levels to calves. *Can. J. Anim. Sci.*, **50,** 507-512.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1987 (68) 41-45

Productivité d'un troupeau de vaches Salers allaitantes vêlant en fin d'été

J.M. GIRAUD*, M. PETIT** et Monique VICHARD (1)

* *INRA, Domaine des Razats, 63820 Laqueuille*
** *INRA-CRZV Theix, Station des Productions bovines et chevalines, 63122 Ceyrat*

Les vaches allaitantes vêlent traditionnellement en fin d'hiver et au printemps. Cela permet en particulier de limiter le coût alimentaire puisque les vaches sont taries durant la plus grande partie de l'hivernage. La période de monte se situe alors au début de la saison de pâturage.

Largement pratiqué dans les troupeaux laitiers, le vêlage d'automne est en revanche peu courant en France dans les troupeaux de vaches allaitantes. Il accroît évidemment les besoins alimentaires hivernaux mais permet de tarir les vaches en été. Il est donc bien adapté aux conditions climatiques des régions où l'hiver est court et l'été sec. C'est pourquoi ce système est parfois utilisé en Pays de Loire. Un vêlage de fin d'été ou d'automne peut aussi intéresser des régions où l'étalement des naissances permettrait d'étaler les ventes d'animaux maigres ou finis : c'est une des raisons invoquées par certains partisans du vêlage d'automne en Limousin. Les éleveurs de cette région avaient d'ailleurs l'habitude des vêlages non saisonnés dans les systèmes traditionnels de production de veaux de Lyon ou de veaux de boucherie.

Mais le vêlage de fin d'été ou d'automne pose un certain nombre de questions techniques concernant le troupeau de reproductrices, dont les plus importantes sont :

1 - Quelle est la productivité numérique (nombre de veaux produits par femelle mise à la reproduction) d'un troupeau allaitant vêlant à cette période ? Les vêlages de fin d'été et d'automne à l'extérieur sont-ils favorables à un accroissement de cette productivité par rapport aux vêlages de fin d'hiver ?

2 - Quelle peut être la croissance hivernale des veaux âgés de deux mois ou plus à la rentrée à l'étable, et quel sera leur poids au sevrage alors qu'ils passent la majeure partie de la période d'allaitement en stabulation ? Quelles sont les quantités de fourrage et d'aliment concentré qu'il est nécessaire de leur apporter ?

(1) adresse actuelle : Lycée agricole de Brioude-Bonnefond
43100 Brioude

3 - Enfin quel est le niveau d'alimentation hivernale minimal des mères, niveau qui conditionne en grande partie le coût de production ?

Pour répondre en partie à ces questions, des études ont été entreprises à partir de 1983 sur le Domaine INRA de Laqueuille (63), avec un troupeau de vaches Salers vêlant en fin d'été et début d'automne.

Les conditions du Domaine de Laqueuille (1100 m d'altitude, forte pluviométrie, hivernage très long, absence de sécheresse d'été) ne correspondent pas à celles prédisposant au vêlage de fin d'été ou d'automne, mais les résultats zootechniques expérimentaux qui y sont obtenus ont une portée générale.

Nous donnerons ici les premiers résultats globaux concernant la productivité numérique du troupeau et la croissance des veaux sous la mère.

I. Animaux utilisés et mode de conduite

Afin de constituer rapidement ce troupeau vêlant en fin d'été, 30 génisses Salers nées en fin d'hiver et âgées de 21 mois ont été mises à la reproduction en monte naturelle fin 1982 durant les deux mois de novembre et décembre. Elles ont ensuite passé l'hiver (6 mois environ) en stabulation libre, avec libre accès à une parcelle adjacente, et ont reçu du foin distribué à volonté. La conduite des génisses mises à la reproduction a été la même au cours des années suivantes. Onze génisses ont été utilisées en 1983, sept en 1984 et quinze (dont 12 de 26 mois) en 1985.

Les femelles gestantes étaient mises au pâturage entre le 10 et le 20 mai selon la pousse de l'herbe et surtout selon les conditions climatiques. Elles étaient conduites en pâturage tournant sur de bonnes prairies permanentes de montagne. Les vêlages avaient lieu entre mi-août et début octobre, au poids moyen de 535 kg pour les primipares et 601 kg pour les multipares. Vaches et veaux pâturaient alors des repousses après fauche. Ils étaient rentrés à l'étable (stabulation libre fermée) début novembre.

Toutes les vaches étaient alors soumises à un traitement de maîtrise des chaleurs et étaient inséminées sur chaleur induite (1). Un taureau était ensuite introduit jusqu'à fin décembre. Tous les taureaux utilisés étaient de race Salers.

Depuis la rentrée à l'étable jusqu'à la fin de la période de reproduction, les vaches étaient réparties par lots de 15 animaux environ et recevaient une ration mixte composée de foin et d'ensilage (distribués à volonté) plus une complémentation de 1 à 2 kg de céréales suivant leur état d'engraissement. De la fin de la période de reproduction jusqu'à la mise à l'herbe, elles recevaient uniquement du foin et de l'ensilage d'herbe, distribués en quantités limitées.

Durant la période de reproduction, les veaux avaient libre accès à un parc adjacent à celui de leur mère, où ils recevaient un complément de bon foin et d'aliment concentré. Par la suite, ils restaient séparés des vaches (sauf lors des deux tétées journalières), à des fins expérimentales, pour éviter qu'ils n'allassent consommer dans l'auge de leurs mères. On a pu ainsi faire un bilan des quantités de fourrage consommées par les veaux.

Le sevrage intervenait soit juste avant la mise à l'herbe, soit deux mois plus tard ; les résultats rapportés ici ne concernent que la période d'allaitement allant jusqu'à la fin de l'hivernage.

II. Productivité numérique

Facteur essentiel du revenu tiré d'un troupeau allaitant, la productivité numérique dépend principalement de deux facteurs : le taux de gestation et le taux de mortalité des veaux. Les résultats rapportés ici portent sur les vêlages 1983 à 1986.

1. Taux de gestation

Les taux de gestation moyens calculés pour l'ensemble des génisses et l'ensemble des vaches sont faibles (respectivement 88,8 p.100 et 83,3 p.100 ; tabl. 1), surtout si on les compare aux valeurs enregistrées dans les élevages Salers du Cantal et du Puy-de-Dôme par le Laboratoire d'Economie de l'Elevage de l'INRA et le Service Etude et Référence de la Chambre d'Agriculture du Cantal : 95,7 p.100 et 95,1 p.100 pour les génisses de 3 ans et vaches respectivement (LIENARD *et al.*, 1984).

C'est vraisemblablement la courte période de mise à la reproduction (52 jours en moyenne) qui conduit à ces faibles taux de gestation dans notre essai. Cela rend difficile la comparaison avec le cas des vêlages de fin d'hiver, la durée de la période de reproduction étant dans ce dernier cas souvent d'au moins 4 mois.

Notons aussi que le taux de gestation des vaches à la suite de l'insémination artificielle sur œstrus induit est faible (39 p.100) par rapport à celui obtenu dans le cas de troupeaux vêlant en fin d'hiver et bien conduits (55 à 60 p.100). Cela pourrait résulter pour partie du fait que l'I.A. intervient une dizaine de jours après la rentrée à l'étable, et que certaines vaches sont alors en mauvais état.

Nous avons essayé de comparer les résultats de reproduction de fin d'été obtenus ici avec ceux de la reproduction des vaches du même troupeau vêlant au printemps. Ces dernières ont été

TABLEAU 1

Taux de gestation

Année de mise à la reproduction	Nombre d'animaux	Poids moyen (kg)	Période de reproduction Période	Durée	Taux de réussite I.A.	Nbre de vaches pleines	Taux de gestation	Date moyenne de fécondation (2)
GENISSES								
1982	30	456	03/11-28/12	55		25	83	19/11
1983	11	432	28/10-15/12	48		11	100	28/10
1984	7	428	29/10-18/12	50		7	100	09/11
1985	15	450	04/11-30/12	56		13(1)	87	17/11
TOTAL	63			53		56	88.9	
VACHES								
1983	25	560	14/11-04/01	50	60 %	22	88	22/11
1984	32	577	07/11-27/12	50	31 %	26	81	22/11
1985	27	605	08/11-30/12	52	30 %	22	81	25/11
TOTAL	84			51	39 %	70	83.3	

(1) Dont 1 avortement non suivi d'un allaitement
(2) A partir des dates de saillies observées ou calculées à partir d'une durée de gestation de 285 jours.

(1) On a utilisé des implants souples (Synchro-Mat-B, Intervet) contenant Norgestomet + Valérate d'œstradiol. On a pratiqué une injection supplémentaire de valérate d'œstradiol dite « surcharge » à la pose de l'implant. Le retrait avait lieu 10 jours après, en même temps qu'une injection de 700 UI de PMSG par voie intramusculaire. Les vaches étaient inséminées 56 heures après ce retrait.

choisies parmi les vaches qui ont subi un traitement de synchronisation des chaleurs peu avant la mise à l'herbe, et ont été mises au taureau aussitôt après. Soixante-quinze vaches ayant vêlé au printemps ont ainsi pu être retenues. Les taux de gestation sont très voisins dans les deux cas, pour une même durée de la période de reproduction (tabl. 2). La réduction de la durée de cette période de 90 à 51 jours fait chuter de 4 points le taux de gestation des vaches mettant bas en fin d'hiver. Il faut cependant noter que les vaches vêlant en fin d'été sont plus jeunes : elles sont en 3e lactation au plus au lieu de la 7e lactation en moyenne (et 10e lactation pour certaines) pour celles vêlant en fin d'hiver.

TABLEAU 2

Taux de gestation obtenus dans le même troupeau en vêlage de fin d'été et de printemps

	Vêlage de fin d'été	Vêlage de printemps
Nombre	84	75
% de primipares	51,1	13,3
Taux de réussite à l'IA (1)	39,2	57,3
Taux de gestation avec période de reproduction de 51 jours	83,3	81,3
Taux de gestation avec période totale de 90 jours	-	85,3

(1) IA sur chaleur induite

En conclusion, les taux de gestation obtenus sur les animaux vêlant en fin d'été ou automne sont plus faibles que la normale, mais cela semble dû à la plus courte période de reproduction et non à la saison de reproduction. Les résultats obtenus au Lycée agricole de Tulles-Naves sur vaches Limousines vêlant en automne sont d'ailleurs bons : 92 p.100 de vaches gestantes pour deux mois de reproduction (Colostrum, 1986). Une courte période de reproduction a l'avantage de donner des vêlages très groupés, ce qui peut être intéressant pour la conduite du troupeau. Allonger cette période pour accroître le taux de gestation ne pourrait se faire aisément qu'en la commençant plus tôt en été de façon à ce que les vêlages n'aient pas lieu trop tard en saison quand les conditions climatiques peuvent être défavorables aux tout jeunes veaux.

2. Taux de mortalité

Le taux de mortalité a été nul pour 3 années sur 4. Seulement 7 veaux sur 127 sont morts. Le taux de mortalité global pour les 4 années n'est donc que de 5,5 p.100, ce qui est faible en comparaison de ceux observés dans les élevages Salers où les vêlages ont lieu en hiver et printemps (9,8 p.100 sur 6500 veaux dans l'étude de LIENARD *et al.*, 1984). C'est sans doute là un des atouts des vêlages en fin d'été et en automne. En effet, les jeunes veaux naissent alors à l'extérieur, souvent au pâturage, donc dans des conditions sanitaires bien meilleures qu'à l'intérieur des locaux d'élevage, surtout lorsqu'ils sont fermés comme c'est souvent le cas en montagne. Ces résultats sont d'ailleurs à rapprocher de ceux observés en Limousin dans les élevages de plein air : 5,4 p.100 (LIENARD *et al.*, 1980).

Durant les quatre années, les maladies néonatales courantes (diarrhées en particulier) ont totalement été absentes d'où un bien meilleur « démarrage » pour les jeunes veaux. Quelques problèmes sanitaires sont toutefois survenus, principalement pulmonaires, lors de la rentrée à l'étable alors que les veaux étaient âgés de deux mois environ. Deux de ceux-ci en sont morts. Les autres mortalités résultent surtout d'accidents. Il est aussi à noter que 3 veaux ont été vendus jeunes (1 jumeau, 2 veaux orphelins).

Globalement, le taux de productivité numérique est donc de 82 p.100 (tabl. 3). Il est, chez les primipares, supérieur à celui observé dans les élevages Salers avec vêlages de printemps (87 p.100 au lieu de 84 p.100), mais reste nettement inférieur dans le cas des multipares (76 p.100 au lieu de 88 p.100) (LIENARD *et al.*, 1984). Notons cependant que le taux de productivité numérique enregistré dans les élevages correspond surtout à des veaux croisés Charolais, ce qui peut accroître la fréquence des vêlages laborieux chez les primipares, mais aussi accroître la vigueur des veaux.

III. Croissance des veaux

Nous donnerons ici la croissance de tous les veaux nés en 1983, 84 et 85, et ayant été allaités seuls sous leur mère jusqu'au sevrage en avril (tabl. 4). Ce sevrage a eu lieu juste avant la mise

TABLEAU 3

Taux de mortalité des veaux et productivité numérique d'un troupeau Salers vêlant en fin d'été

	Nombre de femelles mises à la reproduction	Nombre de vêlages	Nombre de veaux nés	Mortalité			Veaux produits			Productivité numérique
				Avant 48h	48h à 3 mois	3 mois au sevrage	Agés de moins de 2 mois	Sevrés à 8 mois	Total	
Génisses	63	55	55	-	-	-	-	55	55	0,87
Vaches	84	70	72	2(1)	3(2)	2(3)	3(4)	62	65	0,76
TOTAL	147	125	127	2	3	2	3	117	120	0,82

(1) Veaux noyés
(2) Deux veaux accidentés + 1 veau avec problème cérébral
(3) Problèmes pulmonaires
(4) Veaux jumeaux ou veaux dont les mères ont dû être abattues (entérite paratuberculeuse)

à l'herbe en 1984, mais quatre semaines avant en 1985 et sept semaines avant en 1986, à des fins d'autres expériences. Les veaux étaient alors âgés de 7 à 8 mois. Les deux périodes suivantes seront distinguées : de la naissance à la rentrée à l'étable et de la rentrée à l'étable au sevrage.

TABLEAU 4

Croissance des veaux Salers nés en fin d'été

		Mâles (N = 40)	Femelles (N = 43)
NAISSANCE	-Date	29/08 (±16 j)	1/09 (±15 j)
	-Poids	41,2 (±5,1)	37,8 (±5,5)
AUTOMNE	-Poids fin pâturage (kg) (30/10)	102,3 (±19,8)	90,0 (±15,7)
	-GMQ en hivernage (g)	993 (±174)	903 (±143)
HIVERNAGE	-Poids début hivernage(kg) (21/11)	120,1 (±21,7)	105,9 (±16,6)
	-GMQ en hivernage (g)	1259 (±193)	1008 (±173)
SEVRAGE	-Poids (kg) (19/04)	303,9 (±41,3)	253,1 (±30,8)
	-Age	238 (±28)	229 (±17)
	-GMQ de la naissance au sevrage (g)	1118 (±128)	940 (±91)

NOTE: Il s'agit de tous les veaux sevrés à un âge normal en 1984 (25 veaux), 1985 (32 veaux) et 1986 (26 veaux); parmi eux, 22 mâles et 20 femelles étaient nés de vaches primipares. Le poids au sevrage a été mesuré les 24/4/84, 28/4/85 et 7/4/86.

1. Naissance-rentrée étable

La croissance des jeunes veaux est satisfaisante au pâturage (0,99 kg / j chez les mâles, et 0,90 kg / j chez les femelles). Cette croissance varie cependant avec l'année : elle a été la plus faible en 1983 (0,88 kg / j pour l'ensemble mâles + femelles) à cause de conditions climatiques défavorables (pluie et neige) dès le 15 septembre. L'absence de problèmes au vêlage et les bonnes conditions sanitaires au pâturage confèrent aux veaux une bonne vitalité. De plus, ils boivent alors des quantités assez importantes de lait (environ 7 kg par jour, mesurées par pesée des veaux avant et après tétées), car les vaches ont à leur disposition une herbe jeune en quantité suffisante (repousse après fauche).

2. Rentrée étable-sevrage

La rentrée à l'étable s'accompagne d'un ralentissement passager de la croissance ; au cours des 3 premières semaines, elle n'a été que de 0,77 kg / jour en moyenne pour les mâles et femelles, et très variable entre veaux (écart-type : 0,28 kg / jour). Les croissances hivernales moyennes jusqu'au sevrage sont ensuite élevées (1,26 $\pm$ 0,19 kg / j pour les mâles, 1,01 $\pm$ 0,17 kg / j pour les femelles). Ces croissances ont été obtenues avec des quantités de lait bues assez modestes, de 5 à 5,5 kg / j en moyenne. Les veaux ont disposé d'un aliment concentré (limité) et de foin de qualité moyenne à bonne (à volonté), en proportions variables selon l'année (tabl. 5). L'aliment concentré était composé de 50 p.100 de céréales, 30 p.100 de pulpes et 20 p.100 de tourteaux (0,92 UFV, 110 g PDI par kg de MS), aggloméré en bouchons de 5 mm. La matière sèche ingérée augmente régulièrement du début à la fin des contrôles, en moyenne de 1,6 kg par jour et par veau lorsqu'ils sont âgés de 4 mois à 4,6 kg lorsqu'ils sont âgés de 8 mois. Ces valeurs sont d'ailleurs comparables à celles observées par LE NEINDRE *et al.* (1976) sur des veaux Normands et croisés Charolais × Normands recevant de l'herbe coupée, et qui ont consommé de 1,1 kg MS / animal / jour à 3 mois à 4,7 kg à 8 mois.

Le gain de poids journalier de la naissance au sevrage à 8 mois est de 1,03 kg (moyenne mâles + femelles). Ce résultat est proche de celui enregistré dans les troupeaux de vaches Salers allaitantes vêlant en hiver et printemps et soumis au contrôle de croissance (0,92 kg / j en moyenne pour les veaux mâles et femelles de race Salers (résultats du syndicat de contrôle de croissance du Cantal, rapportés par BONAL *et al.*, 1985). Il est proche également des gains de poids enregistrés dans le troupeau Salers du Domaine INRA de Marcenat (Cantal) entre 1965 et 1975 pour des veaux Salers et croisés Charolais × Salers (0,96 kg / j ; PETIT *et al.*, 1984).

Les quantités de concentré distribuées ont diminué d'une année à l'autre, car le gain de poids des veaux était élevé en première et seconde année et certains veaux apparaissaient en très bon (trop bon ?) état au sevrage. A partir de ces variations inter années, et bien qu'il ne s'agisse pas de comparaisons rigoureuses, nous pouvons cependant penser que pour des veaux Salers, une proportion d'aliment concentré de 25 à 30 p.100 est suffisante pour maintenir un gain de poids supérieur au kg / j lorsque le foin est de très bonne qualité, mais insuffisante lorsqu'il est de qualité moyenne.

Le poids moyen au sevrage est satisfaisant pour des veaux Salers purs âgés de 7,5 à 8 mois : 253 kg pour les femelles et 304 kg pour les mâles. Ils ont consommé en moyenne 141 kg d'aliment concentré, et 265 kg de foin (estimés de la rentrée à l'étable fin octobre début novembre au sevrage en avril).

Conclusion

Le meilleur atout technique du vêlage de fin d'été et d'automne est l'absence quasi totale de problèmes sanitaires sur les jeunes veaux dès lors que les mise bas ont lieu à l'extérieur. Cela permet de réduire fortement la mortalité avant 3 mois dans le cas des races où la fréquence des vêlages difficiles est réduite. La mortalité des veaux qui naissent en fin d'été est très faible, et cela malgré une surveillance moins soutenue. Cependant, il est vraisemblable qu'il faille éviter les vêlages trop tardifs dans les régions où les conditions climatiques en automne sont peu favorables. Il faut également prendre garde aux conditions de rentrée à l'étable (densité en animaux limitée, ventilation...) pour limiter les problèmes pulmonaires qui pourraient surgir, avec les coûts des soins, la stagnation du poids des veaux, voire les risques de mortalité qu'ils engendreraient.

Le taux de gestation d'un troupeau vêlant en fin d'été parait normal pour la durée de reproduction qui leur est permise, et comparable à celui d'un troupeau vêlant en fin d'hiver. Mais il reste modeste, de l'ordre de 85 p.100, si la période de reproduction est limitée à 2 mois.

TABLEAU 5

Quantités d'aliments consommées par les veaux en stabulation

Année	Période de mesures	Age des veaux (j) Début	Sevrage	Quantité totale d'aliments ingérée jusqu'au sevrage Foin(1) (kg)	Concentré(2) (kg)	Total (kg)	% de concentré dans la ration	Quantité de lait consommée/jour (kg)	Croissance journalière (kg/j)
1983-84	du 28/11 au 24/4	88	236	197	211	408	52	5,4	1,14
1984-85	du 13/11 au 28/4	73	241	334	129	463	28	4,9	1,19
1985-86	du 28/10 au 7/4	57	219	236	78	314	25	4,9	0,96

(1) Foin de qualité moyenne la 1ère année et la 3ème année, d'excellente qualité la seconde année
(2) Depuis la rentrée à l'étable jusqu'au sevrage, les quantités d'aliment concentré consommées ont été de : 219, 132 et 78 kg en 1ère, 2ème et 3ème année respectivement.

De même, la croissance des veaux Salers nés en fin d'été et allaités par leurs mères est en moyenne très satisfaisante (1 kg par jour environ) jusqu'au sevrage à 8 mois, dès lors qu'ils reçoivent durant la période de stabulation une ration comportant un bon fourrage et 1/4 à 1/3 d'aliment concentré.

Cependant, faire vêler en fin d'été et en automne pose d'autres problèmes techniques. Ils concernent principalement 1e) l'alimentation minimum des mères durant la période hivernale, au moins au-delà de la période de reproduction ; 2e) le niveau d'apports en aliment concentré aux veaux durant la période de stabulation ; 3e) la période de sevrage, qui peut se situer juste avant la mise à l'herbe, ce qui est commode sur le plan de la conduite, soit 2 à 3 mois plus tard afin de bénéficier de la fin de la lactation au printemps, tout en laissant à la mère une période de repos suffisante pour arriver en bon état au vêlage suivant ; 4e) le devenir des produits mâles et femelles au-delà du sevrage. En particulier, lorsqu'ils sont mis au pâturage juste après le sevrage, leur gain de poids risque d'être faible du fait de leur jeune âge. Enfin, comme tous les animaux nés dehors et peu en contact avec l'homme dans le jeune âge, ces animaux sont assez difficiles à manipuler, notamment lors des pesées, soins et traitements prophylactiques.

Ces problèmes ont fait ou feront l'objet de travaux complémentaires réalisés sur le troupeau dont il est question dans la présente étude, travaux dont les résultats seront rapportés ultérieurement. Enfin, rappelons que l'intérêt d'un vêlage de fin d'été ou d'automne dépendra de la répartition des disponibilités fourragères au cours de l'année et bien entendu des possibilités de commercialisation des produits.

Références bibliographiques

BONAL A., BOUGLER J., DEL PORTO P., HAVY A., 1985. La race de Salers. Association pour la promotion de la race de Salers, 15000 Aurillac.

COLOSTRUM, 1986. En Limousin, étaler la production de viande : l'exemple de la ferme du L.E.P.A. de Tulles-Naves.

LE NEINDRE P., PETIT M., MULLER A., 1976. Quantités d'herbe et de la lait consommées par des veaux élevés au pis. *Ann. Zootech.*, **25** (4), 521-531.

LIENARD G., PIERSON G., DE TORCY P., GABEN P., VERNET M.C., 1980. En Limousin, production de broutard ou production de veau de boucherie ? Analyse de l'évolution d'un groupe d'élevages producteurs de broutards en Corrèze. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **40**, 35-50.

LIENARD G., GENEVRIERE C., BERTHELIER M., PIZAINE M.C., 1984. Performances zootechniques des troupeaux de vaches allaitantes de race Salers : résultats de trois années observés dans un groupe d'élevages Salers du Cantal et du Puy de Dôme. C.R. Contrat d'étude.

PETIT M., GAREL J.P., AGABRIEL J., 1984. Description de la femelle Salers allaitante : production laitière, croissance des veaux et évolution pondérale des femelles jusqu'à l'âge adulte. C.R. Contrat d'étude.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1987 (68) 47-61

Evolution de la production laitière bovine et des caractéristiques du lait dans les pays tempérés(1)

R. JARRIGE

INRA-CRZV Theix, 63122 Ceyrat

I. Evolution récente

L'Europe, l'Amérique du Nord et l'Océanie (Australie et Nouvelle-Zélande) entretiennent à peu près la moitié des vaches traites de la planète, produisent plus de 80 p.100 du lait (tabl. 1) et disposent par habitant de 15 fois plus de lait que le reste du monde (350 kg au lieu de 23). Depuis une trentaine d'années, la production laitière y est en voie continue d'intensification, de spécialisation et de concentration, dans les pays tempérés. Le nombre de troupeaux a diminué au rythme moyen de 3 à 5 p.100 par an dans la plupart des pays au cours des 10 dernières années, surtout du fait de la disparition des plus petits. Les autres se sont agrandis par une augmentation de la surface de l'exploitation et (ou) de la charge à l'hectare. La taille moyenne des troupeaux, ainsi que sa dispersion, sont cependant très variables entre pays et entre régions. Elle est de l'ordre de 10 vaches dans la zone alpine, 18 en France, 16 en Allemagne de l'Ouest, 40 aux Pays Bas, 70 en Grande-Bretagne, 40 au Canada, 50 dans le Wisconsin, 350 en Californie, 95 en Australie, 130 en Nouvelle-Zélande. La productivité du travail a été multipliée grâce ux bâtiments en stabulation libre et à la mécanisation de la traite, de l'alimentation des vaches et de l'évacuation des déjections. Le capital investi s'est alourdi. C'est pour l'utiliser au maximum que sont apparues, par exemple en Californie, de grandes entreprises où plusieurs centaines, voire plusieurs milliers, de vaches restent en stabulation toute l'année en consommant en majeure partie, voire en totalité, des aliments achetés à l'extérieur. Celà accroît les disparités et les divergences d'intérêt entre cette minorité de grandes entreprises et la majorité des petits producteurs qui n'ont pas pu, ou parfois pas su, se moderniser. Les grandes unités sont de règle dans les pays d'Europe de l'Est à l'exception de la Pologne ; elles comptent en moyenne 700 vaches en URSS.

(1) Texte d'un des rapports introductifs au XXII[ème] Congrès international de Laiterie (LA HAYE, 1986) enrichi de quelques compléments et de tableaux.

L'évolution de la production laitière a été permise, facilitée ou stimulée par l'augmentation continue de la production par vache (de 50 à 130 kg de lait par an selon les pays entre 1974 et 1984 ; tabl. 2), conséquence de l'amélioration conjuguée du potentiel laitier des vaches et des conditions de leur exploitation, et d'abord de leur alimentation et de leur protection sanitaire.

Le potentiel laitier, sous contrôle du patrimoine génétique, est fixé par le nombre et l'activité des cellules sécrétrices. Il peut être exprimé dans un premier temps par la quantité de lait car celle-ci rend compte pour environ 80 p.100 des variations des quantités sécrétées de matières grasses, de protéines et d'autres constituants, aussi bien entre vaches d'une même race qu'entre régimes alimentaires (REMOND, 1985). L'augmentation continue du potentiel laitier a été réalisée par le remplacement des races locales à aptitudes mixtes par des races laitières spécialisées, surtout du type Pie noir, et par une sélection de plus en plus efficace : extension du contrôle laitier qui concerne maintenant de un tiers à deux tiers des vaches des grands pays laitiers ; testage des taureaux d'insémination artificielle, plus de 70 p.100 des vaches laitières étant inséminées ; accouplements des meilleurs géniteurs pour engendrer les taureaux de la génération suivante.

La Holstein Friesian nord-américaine avait acquis un potentiel laitier d'environ 20 p.100 supérieur à celui des populations Pie noires européennes (CUNNINGHAM, 1983 et 1985) (tabl. 3). Depuis une dizaine d'années, elle a donc « envahi » progressivement ces dernières. La proportion des gènes Holstein dans les jeunes taureaux Pie noirs mis en testage, qui est une des mesures de cette pénétration, atteint en 1983-84 de 80 à 90 p.100 en Allemagne et en France, 70 p.100 au Danemark et aux Pays-Bas, etc. (tabl. 3). De plus, la Brown Swiss est en voie d'absorber les populations Brunes de l'Europe alpine (Suisse, Italie, Autriche, Allemagne) et la Red Holstein est utilisée dans certaines populations Pie rouges. Ces deux souches, surtout la première, ont été utilisées pour améliorer la Rouge Danoise. L'invasion nord-américaine touche aussi les troupeaux de l'Europe de l'Est. Initiale-

TABLEAU 1

Effectif et production laitière des vaches dans les grandes zones agro-climatiques (1)
(moyenne des années 1983 et 1984). Taux annuel de variation p.100 depuis 1974-1976

		Nombre de vaches		Lait par vache		Production lait	
		Million	variation annuelle	Kg	variation annuelle	Millions t.	variation annuelle
	Ancien Monde						
Europe	Ouest (1)	37,3	0,2	3 890	1,8	145,1	2,1
	Est	57,4	0,4	2 400	0,5	137,6	1,0
Asie	"tempérée" (2)	2,5	3,1	4 070	3,6	10,0	7,5
	tropicale humide (3)	34,1	3,5	540	1,9	18,2	5,8
	semi aride	13,9	1,5	740	0,4	10,3	1,9
Afrique	méditerranéenne	3,2	2,4	1 380	- 0,1	4,4	2,2
	semi aride	8,5	4,8	420	0,5	3,6	5,5
	tropicale	11,7	2,0	300	0,5	3,5	2,6
	Nouveau Monde						
Amérique	Nord	12,7	- 0,4	5 550	2,4	70,5	1,8
	semi aride	9,0	1,4	830	3,6	7,4	5,3
	tropicale	23,3	2,4	890	- 0,5	20,9	1,8
	Sud, tempérée	4,2	0,1	1 720	- 0,3	7,2	- 1,9
Océanie		4,0	- 1,1	3 270	1,6	13,2	0,4
	Monde entier	221,4	1,2	2 040	0,6	451,6	1,8

(1) Régions définies par la FAO, en ce qui concerne l'Europe, l'Amérique du Nord (Canada et Etats Unis) et l'Océanie (Australie et Nouvelle Zélande). Répartition des autres pays selon des zones agro-climatiques.
(2) Asie "tempérée" : Chine + Corées + Japon
(3) Asie tropicale humide : l'Inde en est le principal pays
Source : FAO Agrostat

TABLEAU 2

Production laitière moyenne de l'ensemble des vaches et des vaches soumises au contrôle laitier dans quelques pays (kg / an). Augmentation annuelle moyenne (kg / an) entre 1974 et 1984

PAYS	Ensemble des vaches		Vaches contrôlées	
	Moyenne 1984 kg	Accroissement kg/an	Moyenne 1984 kg	Accroissement kg/an
Suède	5 780	132	6 325	90
Danemark	5 505	128	5 880	102
Pays-Bas	5 635	75	5 560	66
Belgique	3 865	26	4 690	84
Allemagne Ouest	4 630	70	5 350	74
Suisse	4 620	88	5 035	79
France	3 860	111	4 960	105
Italie	3 590	44	5 320	85
Espagne	4 090		5 750	
Royaume Uni	4 730		5 465	92
Irlande	3 390	135	4 910	114
Canada	4 730	106	6 590	
Etats Unis	5 680	100	7 050	
Australie	3 250	32		
Nouvelle Zélande	3 540	89		

Source : Comité international pour le contrôle de la productivité laitière du bétail. Résultas 1984.

ment la Pie Noire de type Frison était dominante au Nord, de l'Allemagne à la Russie, et la Simmental (ainsi que la Brune) au Sud des Carpathes, de la Tchécoslovaquie à l'Ukraine. Pour améliorer la production laitière, on a utilisé du Pie Noir de l'Europe de l'Ouest puis du Holstein Friesian d'Amérique du Nord dans tous les pays, ainsi que du Simmental Suisse, du Red Holstein et du Ayrshire dans ceux du Sud. La population Pie noire est désormais la plus importante en URSS (plus de 30 p.100) (DMITRIEV, 1985).

Les vaches de type Pie noir représentent aujourd'hui près de la moitié des vaches traites de l'ensemble des pays développés ; elles sont environ 11,5 millions en Amérique du Nord (90 p.100 du total), 18 millions en Europe de l'Ouest (55 p.100), 20 millions en Europe de l'Est (35 p.100) et quelques millions pour les autres pays : Australie, Japon, Nouvelle-Zélande... Et elles ont de plus en plus de sang Holstein.

Le rendement biologique de la transformation en lait de l'énergie et des éléments nutritifs des aliments, ou efficacité alimentaire, augmente avec le potentiel laitier (revue de GRAVERT, 1985) ; une proportion plus élevée de l'énergie ingérée est en effet exportée dans le lait puisque les dépenses d'entretien ne sont pratiquement pas modifiées. Malgré un coût plus élevé des aliments supplémentaires, la marge (recettes laitières - coût de l'alimentation ou des seuls aliments achetés selon le mode de calcul) augmente dans la plupart des situations. Les vaches à haut potentiel laitier sont celles qui répondent le mieux à l'amélioration de l'alimentation, du management et de la protection sanitaire. Démonstration en fut faite au Danemark vers 1950 (HANSEN LARSEN et WENZEL ESKEDAL, 1952) : des vaches Rouge Danoises prises dans deux troupeaux, un des meilleurs et un des bons (6 200 et 4 500 kg de lait, moyenne par vache et par an respectivement), produisirent plus de 10 000 kg lorsqu'elles furent placées dans des conditions idéales pour l'extériorisation de leur potentiel : une alimentation riche (4 tonnes d'aliments concentrés) distribuée à intervalles de 6 heures et aussi 4 traites par jour. Quelques années plus tard aux U.S.A., on recommanda d'accroître considérablement les apports d'aliments concentrés en début de lactation (HUFFMAN, 1961) et on constata que les troupeaux Holstein y répondaient de façon spectaculaire. A l'époque, l'alimentation (de même que la protection sanitaire) limitait donc de façon importante l'extériorisation du potentiel laitier des vaches spécialisées. Elle s'est beaucoup améliorée depuis grâce à la distribution plus libérale d'aliments concentrés de mieux en mieux équilibrés (sources d'azote, minéraux) et dont le coût relatif diminuait, l'extension vers le Nord de la culture du maïs pour l'ensilage, une meilleure exploitation des pâturages, la conservation des excédents d'herbe de printemps par l'ensilage, l'application des progrès des connaissances sur l'ingestion, la digestion (rumen) et le métabolisme des vaches laitières.

La production laitière totale a augmenté beaucoup plus vite que les besoins des consommateurs de l'Amérique du Nord, puis de la plupart des pays de l'Europe de l'Ouest. Pour la maîtriser, les gouvernements ont pris des mesures conduisant à réduire le nombre de vaches laitières. Celui-ci a régressé de moitié en Amérique du Nord en une trentaine d'années. Aux Etats-Unis, il est tombé de 21 millions au début des années 50 à moins de 11 millions à la fin des années 70, tandis que la production par vache doublait (de 2 550 à 5 100 kg). Dans le même temps, la proportion des Holstein Friesian passait de 60 à environ 92 p.100 au détriment de la Jersey, de la Guernesey et de la Brown Swiss. Le nombre de vaches traites était demeuré à peu près constant jusqu'à ces dernières années en Europe de l'Ouest (ALLEN *et al.*, 1982). Il diminuait régulièrement dans les pays scandinaves depuis les années 60, mais il augmentait dans les pays méditerra-

TABLEAU 3

Etat des populations de vaches Frisonnes Pie noires. Proportion de gènes Holstein chez les taurillons entrant dans les stations de testage

	Nombre de vaches (millions)	Proportion du nombre total de vaches	Production moyenne (1) kg lait	Proportion gènes Holstein(2)
Etats-Unis	10,0	92	7 950	100
Canada	1,2		6 840	100
Danemark	0,6	52	6 275	70
Pays-Bas	1,7	63	5 670	70
Irlande	1,4	80	4 925	
Royaume Uni	2,8	90	5 465	30
Allemagne Ouest	2,1	40	5 790	90
France	4,0	57	5 175	80
Italie	1,7	49	5 735	90
Espagne	1,6		5 835	
Israel	0,1		8 730	100
Japon	1,3		6 820	100

(1) Production laitière moyenne des vaches soumises au Contrôle laitier en 1984. Source : Comité international pour le contrôle de la productivité laitière du bétail.

(2) Source : J.C. MOCQUOT (ITEB)

néens, toujours déficitaires en lait, ainsi qu'aux Pays-Bas et dans les Iles britanniques. Il variait peu en France et en Allemagne de l'Ouest. Les prévisions effectuées vers 1980 dans le cadre de la Fédération européenne de Zootechnie (ALLEN *et al.*, 1982) indiquaient une réduction du nombre de vaches d'ici à l'an 2 000 dans tous les pays européens à l'exception des pays méditerranéens. Le régime des quotas introduit en 1984 a entraîné une réduction immédiate du nombre de vaches traites dans la C.E.E. (de l'ordre de 26 millions pour les 10 pays), de 3,6 p.100 en 1984 et de 2,9 p.100 en 1985, pour l'essentiel du fait de l'arrêt de la production laitière de certaines fermes. C'est seulement en URSS que l'effectif des vaches laitières (environ 43,5 millions) connaît une croissance continue qui devrait se poursuivre. Celui de l'ensemble des autres pays de l'Est est à peu près stable (entre 12,5 et 14 millions) et devrait diminuer légèrement. La production par vache est en augmentation constante mais se situe à un niveau beaucoup plus faible que dans les pays de l'Ouest (tabl. 1) sauf en Allemagne (RDA).

II. Poursuite de l'accroissement de la production laitière par vache

1. Possibilités d'accroissement continu du potentiel laitier

En 1981, les spécialistes (CROWLEY et NIEDERMEIER, 1981) prévoyaient la poursuite de l'évolution du troupeau laitier des U.S.A. pour les 25 années à venir avec un accroissement minimum de 25 à 30 p.100 de la production par vache, un triplement de la taille moyenne des troupeaux et sans doute une nouvelle réduction du nombre total de vaches. Celle-ci a effectivement commencé puisque un million de vaches sont en voie d'élimination dans le cadre de la cessation de production subventionnée par le Farm Security Act de 1985.

Qu'en sera-t-il dans la C.E.E. ? Pour produire leur quota de lait, les éleveurs choisiront des solutions qui se situeront entre deux extrêmes : a) avoir un nombre de vaches minimum de la production la plus élevée, en comptant diminuer le coût total et en libérant des surfaces pour d'autres productions ; b) conserver le même nombre de vaches, mais en réduisant le coût de la ration et en prêtant plus d'attention aux aptitudes pour la production de viande. L'étude sur modèle de VAN ARENDONK *et al.* (1985) aux Pays-Bas est en faveur de l'orientation (a) mais en accordant plus de poids à la richesse du lait en matières grasses et protéines qu'avant les quotas ; celle de NIEBEL et FEWSON (1985) est en faveur de l'orientation (b) dans le cas des vaches à aptitudes mixtes de la Bavière. La première orientation devrait être dominante dans le prolongement de l'évolution récente, tout au moins dans les troupeaux Pie noirs.

Le potentiel génétique laitier des populations Pie noires va continuer à s'accroître pendant bon nombre d'années aussi rapidement qu'auparavant, sinon plus, du fait de la poursuite de la conversion irréversible à la Holstein et d'une sélection plus efficace. La généralisation des programmes de sélection laitière performants est en effet relativement récente, et d'abord en Amérique du Nord.

Aux Etats-Unis, le potentiel laitier des animaux Holstein inscrits stagnait dans les années 1960, mais il s'améliorait chez les vaches non inscrites ; il ne s'est mis à augmenter qu'au cours des années 1970 (en moyenne de 84 kg de lait par an pour les mâles et de 51 kg pour les femelles) à la suite de l'adoption, en 1968, d'une méthode d'indexation plus précise des taureaux (LEE *et al.*, 1985). Dans les états du Nord-Ouest par exemple, la valeur génétique moyenne des générations annuelles de taureaux d'I.A., nés entre 1960 et 1978, n'a augmenté (en moyenne de 105 kg) seulement qu'à 9 reprises (VAN VLECK *et al.*, 1986). Au Canada, les index des taureaux d'I.A. s'accroissent plus vite depuis 1975 (SCHAEFFER, 1981).

En France, l'accroissement annuel du potentiel laitier moyen de la population Pie noire est passé de 75 kg par vache entre 1975 et 1980 à 125 kg depuis 1981 à la suite d'une utilisation plus intense des programmes de sélection et de l'infusion croissante des gènes Holstein ; il devrait se maintenir à ce niveau dans les années à venir si les objectifs et les efforts de sélection ne sont pas changés (BLOC *et al.*, 1986). Le progrès génétique semble être du même ordre dans les autres pays européens, leurs programmes de sélection ayant des potentialités équivalentes. L'augmentation de la production par vache est généralement supérieure à celle du potentiel laitier par suite de l'amélioration simultanée des conditions d'exploitation.

A l'utilisation optimale des programmes de sélection, viennent s'ajouter les potentialités de la manipulation des embryons : production, collecte, congélation, transplantation (en moyenne à l'âge de 7 jours), division, sexage (SEIDEL, 1984). Elles permettent d'obtenir en moyenne de 5 à 6 embryons de bonne qualité par collecte, dont 50 à 60 p.100 donneront naissance à des veaux. L'éleveur individuel peut les utiliser pour produire plus de génisses à partir de ses meilleures vaches pour l'amélioration génétique de son troupeau et / ou pour la vente. C'est sans doute la raison majeure de l'extension de la technique : le nombre de veaux de race laitière issus d'embryons transférés est évalué pour l'année 1984 à 25 000 aux U.S.A., à 3 000 en France, etc. Mais c'est la procréation des futurs reproducteurs mâles par les vaches d'élite (qui n'avaient parfois jamais de veaux mâles) inséminées par les meilleurs taureaux, qui peut apporter une accélération du progrès génétique de la population (de 20 à 30 p.100), à la condition d'utiliser à plein le raccourcissement de l'intervalle entre générations en transférant des embryons de génisses ou de jeunes vaches. Cela serait réalisé dans des noyaux de sélection dont des modèles ont été proposés (NICHOLAS et SMITH, 1983 ; COLLEAU, 1985).

La division des embryons à l'âge de 7 à 8 jours (OZIL *et al.*, 1982) permet d'obtenir en moyenne plus de veaux par embryon récolté ; elle est intéressante lorsque les vaches donnent peu d'embryons en réponse au traitement de superovulation ou que l'éleveur ne veut pas appliquer ce traitement pour ne pas risquer de perturber la production ou la reproduction de ses vaches d'élite. Des premiers succès ont été obtenus pour déceler le sexe des embryons dans l'espèce bovine, ce qui permettrait de réduire le nombre des embryons transférés. Il est trop tôt pour connaître les applications possibles des travaux actuels sur la culture des embryons associée à leur division pour créer de véritables clones de vaches d'élite ainsi que sur le transfert des gènes.

Comme le souligne KENNEDY (1984), on ne voit pas de

limite, ou de plateau à l'amélioration du potentiel laitier dans un futur proche. La production moyenne annuelle des vaches Pie noires contrôlées est de 8 000 kg aux U.S.A., 6 800 kg au Canada et varie de 5 000 kg à 6 300 kg dans la C.E.E. (tabl. 3) ; elle augmente de 50 à 150 kg par an selon les pays. La barre des 10 000 kg est dépassée par un nombre important de troupeaux en Amérique du Nord ; elle est atteinte par les meilleurs troupeaux européens. Deux vaches ont produit près ou plus de 25 000 kg en une seule lactation.

2. Stimulation de la réalisation du potentiel laiter

a) Fréquence des traites

La réalisation du potentiel laitier peut être limitée par une traite incomplète et par le nombre de traites.

La troisième traite journalière, qui avait pratiquement disparu pour économiser de la main d'œuvre, retient à nouveau l'attention depuis quelques années. Elle a été introduite dans environ 10 p.100 des troupeaux contrôlés de la Californie afin de mieux rentabiliser les installations modernes dans de grandes unités. Elle s'accompagne d'une augmentation moyenne de la production de 12 p.100 (de - 2 à 32 p.100 selon les troupeaux) mais aussi d'une légère diminution du taux butyreux en première lactation et de la fertilité (GISI *et al.*, 1986). En station expérimentale, les vaches adultes traites trois fois, à 8 heures d'intervalle, ont produit 17 et 13 p.100 (dans le même sens que la proportion de concentré dans la ration) de lait de plus que celles traites deux fois, (PETERS *et al.*, 1985), cela en consommant légèrement plus d'aliments et en prenant moins de poids ; la réponse des primipares a été plus faible (6 p.100), à la différence de ce qui avait été observé dans les troupeaux. Le régime de trois traites a eu un effet défavorable sur la reproduction, surtout chez les primipares, la fécondation étant retardée en moyenne de un mois. La multiplication des traites, et à la demande des vaches, devrait être un des intérêts des robots trayeurs, qui sont en bonne voie de réalisation dans différents pays, surtout pour les vaches de production très élevée en début de lactation.

A l'opposé, la réduction du nombre de traites hebdomadaires pour disposer de plus de liberté, entraîne une réduction quasiment proportionnelle de la production laitière : de l'ordre de 7 p.100 pour la suppression d'une traite telle que celle du dimanche soir, et de 50 p.100 pour une traite par jour d'après les travaux classiques. Cependant le système étudié en Nouvelle-Zélande de trois traites en deux jours (à intervalles de 11, 18,5 et 18,5 heures) ne diminue la production de lait et de matières grasses que de 6,8 et 5,6 p.100 respectivement chez les vaches adultes, mais de 18,2 et 12,9 p.100 chez les primipares), face à une réduction de 25 p.100 du nombre de traites hebdomadaires (WOOLFORD *et al.*, 1985) : il s'accompagne de fluctuations importantes de la teneur en matières grasses du lait.

b) Administration d'hormone de croissance

L'administration sous-cutanée ou intra-musculaire d'hormone de croissance, ou somatotropine bovine (bGH), est la voie la plus spectaculaire pour extérioriser le potentiel sécrétoire de la mamelle.

Cette action est connue depuis les essais de BRUMBY et HANCOCK (1955) en Nouvelle-Zélande à l'aide d'une préparation naturelle relativement impure. La possibilité récente de faire produire l'hormone par des bactéries « implantées » a permis deux essais de longue durée, dont celui de Cornell University (EPPARD et BAUMAN, 1984 ; BAUMAN *et al.*, 1985) a fait grand bruit. Des vaches Holstein de très bon potentiel laitier ont reçu, à partir du 84ème jour après le vêlage, une injection journalière de bGH bactérienne (méthionyl) à différentes doses. Leur production laitière journalière (2 traites à 12 heures d'intervalle) a immédiatement augmenté jusqu'à un plateau plus élevé que le pic normal atteint au début du 2ème mois. Pour les 188 jours de l'expérience, elle a été accrue en moyenne de 6,5 (23 p.100), 10,1 (36 p.100) et 11,5 kg/j (41 p.100) selon la dose administrée (tabl. 4) par rapport à la production du lot témoin qui était pourtant très élevée (27,9 kg). Cette augmentation a été plus forte que celle déterminée par l'injection de bGH naturelle (4,6 kg soit

TABLEAU 4

Influence de l'administration quotidienne de somatotropine bovine naturelle (b GH) ou de methionyl somatropine (Methionyl b-GH) produite par Escherichia coli *au cours d'une période de 188 jours commençant au 84ème jour* (± 10) de lactation
(BAUMAN *et al.*, 1985)

	témoin	b-GH	Méthionyl b-GH		
Dose mg/j		27,0	13,5	27,0	40,5
Nombre de vaches	6	6	6	6	6
Lait à 3,5 % kg/J	27,9	32,5	34,4	38,0	39,4
Teneur en matières grasses (g °/oo)	36	33	38	36	36
Teneur en protéines (g °/oo)	34	34	34	34	34
Energie nette ingérée (M Cal/j)	34,1	35,1	36,7	39,2	37,5
Gain de poids kg	124	125	112	115	92

(1) Rations complètes distribuées *ad libitum* ; la proportion de concentré est de 57 % tant que la production est supérieure à 25 kg ; elle passe ensuite à 43 % puis à 23 % quand la production devient inférieure à 17 kg. Les fourrages sont de l'ensilage de maïs et de l'ensilage d'herbe en quantités voisines.

TABLEAU 5

Analyse des performances de troupeaux Holstein du Minnesota selon leur classe de production laitière par vache (STEUERNAGEL, 1983)

		Classes de production laitière par vache			
		Au dessous de la moyenne 5 000 à 5 500	Moyenne 6 350 à 6 800	Au dessus de la moyenne 7 700 à 8 200	Elite > 9 100
Nombre de troupeaux		392	1 111	473	38
Nombre de vaches par troupeau		37	37	36	35
Pourcentage de vaches en lactation		84	86	87	89
Production laitière par vache	(kg)	5 260	6 590	7 910	9 470
Production maximum des primipares	(kg/j)	21	24	28	33
Production maximum des multipares	(kg/j)	27	32	38	44
Taux butyreux	(%)	3,7	3,7	3,6	3,5
Comptage cellules somatiques > 550 000	(%)	29	20	15	11
Fourrage consommé (MS/100 kg poids vif)		1,9	1,9	1,9	1,9
Quantité de concentré par vache	(kg)	2 320	2 515	2 765	3 165
Lait par kg de concentré	(kg)	2,3	2,6	2,9	3,0
Recette-coût total des aliments	(dollars/vache)	873	1 224	1 530	1 887
Intervalle vêlage-fécondation	(j)	117	110	107	103
Durée tarissement	(j)	70	65	61	55
Proportion des primipares	(%)	27	31	33	34
Age au vêlage des primipares	(mois)	28	28	27	27
Age moyen des multipares	(mois)	62	60	59	58
Taux de réforme des primipares	(%)	6	8	9	12
Taux de réforme des multipares	(%)	25	25	26	29
Index des pères des primipares	(dollars)	106	111	118	137

(1) Les 4 classes retenues comportent au total 2 014 troupeaux sur les 6 087 soumis au Contrôle laitier dans l'Etat du Minnesota

16 p.100). Elle a été couverte par une augmentation correspondante de l'ingestion d'une ration complète de haute valeur nutritive (tabl. 4) et n'a entraîné aucune modification de la teneur en matières grasses, protéines et lactose et aucun trouble de santé et de reproduction. Ces résultats ont été entièrement confirmés (+ 3,5 kg de lait soit 18 p.100) dans l'autre essai de longue durée (22 semaines) qui a été réalisé en Australie avec des injections journalières de bGH naturelle (PEEL *et al.*, 1985).

Des essais de courte durée apportent quelques précisions complémentaires. La réponse au traitement est beaucoup plus limitée au tout début de la lactation (PEEL *et al.*, 1985 ; RICHARD *et al.*, 1985). Quand la vache est en déficit énergétique et azoté, la teneur en protéines du lait diminue très sensiblement et la teneur en matières grasses augmente nettement (TYRRELL *et al.*, 1982) ; la proportion des acides gras à longue chaîne dans ces graisses (EPPARD *et al.*, 1985) et la concentration des acides gras non estérifiés dans le sang augmentent aussi, ce qui traduit la mobilisation des lipides du tissu adipeux au bénéfice de la mamelle.

L'accroissement de la bGH circulante à la suite de l'administration de bGH exogène accroît l'activité sécrétoire de la mamelle, sans doute par les mêmes voies que la multiplication des traites ou des tétées. Elle orchestre un accroissement de l'ingestion et un ensemble de processus métaboliques au service des besoins accrus de la mamelle (revue de BAUMAN et Mc CUTCHEON, 1986).

Les spectaculaires accroissements de production obtenus à Cornell font de la GH un produit rentable pour les fermes laitières de l'Etat de New-York, sous réserve de son coût de production (KALTER, 1984). Ils ont stimulé la production bactérienne de cette hormone par plusieurs firmes et de nombreuses recherches en cours. Avant d'envisager son agrément et sa mise en application, beaucoup d'aspects restent cependant à préciser et à améliorer. Ils concernent : 1) la simplification des modalités d'administration car l'injection journalière est difficilement concevable. Or la stimulation de la production laitière est liée directement au maintien d'un taux sanguin élevé de GH ; avec une injection un jour sur deux, elle est déjà deux fois plus faible qu'avec une injection quotidienne ou une instillation continue (Mc CUTCHEON et BAUMAN, 1986), 2) l'influence de ce forçage sur la santé de la vache à l'échelle de plusieurs lactations consécutives. Des essais en ferme sont nécessaires. L'utilisation de la GH implique des rations d'une valeur nutritive et d'une ingestibilité très élevées et un management optimum ; 3) le passage éventuel dans le lait de l'hormone avec son support et, dans ce cas, son devenir dans le tube digestif (où elle est probablement digérée comme tout polypeptide) et sous l'action des microbes au cours de la conservation et de la transformation du lait, notamment en fromages.

Des réponses favorables ayant été apportées à ces questions biologiques, la mise en application de la GH dépendra de l'autorisation par les services compétents mais aussi d'une politique technique et économique de l'élevage. En face de ses potentialités, il faut mettre toutes les conséquences négatives de l'intensification et de la concentration de la production laitière qu'elle accentuerait (cf. plus loin), la désorganisation de la sélection, les problèmes éthiques soulevés par ce traitement et un risque de dévalorisation de l'image de marque du lait dans l'esprit des consommateurs.

3. Facteurs biologiques limitant l'accroissement du potentiel laitier

a) Capacité d'ingestion et alimentation insuffisantes

En moyenne, la capacité d'ingestion des vaches augmente en même temps que le potentiel laitier pour faire face à l'accroissement des besoins nutritionnels (JARRIGE, 1986). Par exemple, les Holstein ont consommé plus que les Frisonnes Hollandaises dans la comparaison réalisée aux Pays-Bas (OLDENBROEK et VAN ELDIK, 1980). Toutes conditions égales par ailleurs (poids, numéro et stade de lactation, fourrage) les vaches de potentiel laitier plus élevé sont capables de consommer plus d'aliments concentrés et autant (JOURNET *et al.*, 1965) de fourrages sinon plus. La consommation totale de matière sèche augmente de 0,20 à 0,35 kg par kg de lait. Ces résultats expérimentaux sont corroborés par les observations en ferme telles que celles, particulièrement nombreuses, rapportées au tableau 5. Cependant, la capacité d'ingestion est fondamentalement limitée par le volume du rumen qui, lui, dépend de la taille de la vache plus que du potentiel laitier. En outre, au début de la lactation, elle augmente beaucoup plus lentement que les quantités de protéines et d'énergie exportées. De ce décalage résulte un déficit inévitable, dont l'intensité et la durée augmentent en même temps que le potentiel laitier, et qui ouvre la porte à des désordres digestifs et métaboliques (cétoses) et à un retard dans la fécondation.

Heureusement, on sait de mieux en mieux constituer des rations qui sont consommées en quantité maximum, digérées sans problèmes et qui apportent les produits terminaux de la digestion dans les proportions les mieux adaptées aux besoins de la mamelle. On sait aussi orienter et optimiser l'activité de la population microbienne du rumen. On peut enrichir la ration en substances (protéines traitées par le formol...) qui échappent à la dégradation dans le rumen et apportent dans l'intestin grêle les quantités complémentaires d'acides aminés, d'acides gras longs et de glucose nécessaires. Les progrès vont se poursuivre dans ces différentes voies. Ils seront mis en application grâce à l'amélioration des machines (rations complètes), des dispositifs de distribution programmés des aliments concentrés et de la gestion informatisée. Le régime alimentaire pourra accompagner l'accroissement du potentiel laitier aussi longtemps que cela sera rentable.

Les éleveurs des troupeaux d'élite savent déjà alimenter des vaches d'un potentiel laitier supérieur à celui des stations expérimentales. Les 180 qui ont répondu à une enquête auprès des producteurs ayant des troupeaux à plus de 9 000 kg de lait par an aux Etats Unis (LANE et RICKETTS, 1984) utilisent préférentiellement la luzerne (foin ou ensilage fortement préfané) et l'ensilage de maïs et des concentrés à base de maïs et de tourteau de soja contenant des substances tampons et souvent enrichis en matières grasses ; presque 60 p.100 d'entre eux distribuent les aliments 4 fois par jour et les concentrés selon des systèmes très variés (environ 60 p.100 de stabulation entravée). Enfin, le propriétaire de la championne qui a produit 25 000 kg de lait (près de 90 kg au pic) lui a fait consommer environ 26 kg de foin et 25 kg de concentré par jour, soit 6,5 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif, deux fois plus que les vaches dans la bonne moyenne (CLARK et DAVIS, 1983).

b) Fertilité et santé

Au plan génétique, la fertilité des génisses semble liée positivement à leur production ultérieure. La liaison devient négative lorsqu'elles entrent en production, mais son amplitude est limitée et décroît quand le nombre de lactations augmente (revue de PHILIPSSON, 1981 et de FREEMAN, 1984). Le milieu hormonal, le stress de lactation et le déficit nutritionnel des deux premiers mois expliquent cet antagonisme. La fertilité a une héritabilité faible (< 0,10) ou nulle et dépend avant tout des conditions d'alimentation au début de la lactation et du management (détection des chaleurs, etc) ; c'est pourquoi elle peut être meilleure dans les troupeaux les plus productifs que dans les plus mauvais (LABEN *et al.*, 1982 ; O'CONNOR *et al.*, 1985).

En plus des difficultés de reproduction, les vaches laitières souffrent de mammites et de troubles de la locomotion, de la digestion et du métabolisme (fièvre vitulaire, cétoses), surtout au début de la lactation. La fréquence et le coût total (pertes, médicaments, travail) de toutes ces maladies augmentent en même temps que le potentiel laitier mais beaucoup moins que le bénéfice apporté par la production supplémentaire lorsque ces troubles sont correctement maîtrisés (SHANKS *et al.*, 1978 ; HANSEN *et al.*, 1979).

Dans tous les pays, les troupeaux les plus productifs ont à la fois les vaches du potentiel le plus élevé et les meilleures techniques d'alimentation et de conduite. L'analyse des résultats de plus de 6 000 troupeaux de Minnesota (STEUERNAGEL, 1983, tabl. 5) montre que les troupeaux d'élite (38 avec une moyenne de 9 500 kg et un pic de lactation de 44 kg pour les adultes) ont le même taux de fécondation que les troupeaux dits moyens (1 110 à 6 600 kg), un intervalle entre vêlages et une durée de tarissement sensiblement plus faibles mais un taux de renouvellement un peu plus élevé (34 p.100 de primipares au lieu de 31 p.100) ; la valeur de leur production après déduction du coût de l'alimentation est plus élevée de moitié, dans les conditions économiques locales.

c) Sélection simultanée sur d'autres aptitudes

La prise en compte d'autres caractères retarde obligatoirement l'amélioration du potentiel laitier en raison d'une diminution de l'intensité de sélection laitière et parfois d'un certain antagonisme avec le potentiel laitier. C'est le cas pour la richesse du lait, qui sera examinée plus loin, et pour l'aptitude à la production de viande. Celle-ci reste sans intérêt en Amérique du Nord parce que la viande bovine y est produite par le troupeau de vaches à viande qui est 4 fois plus nombreux que celui des vaches laitières. La situation est différente en Europe où le troupeau laitier fournit de 60 p.100 (France) à la totalité de la viande bovine. Le nombre de vaches laitières régresse et la conversion à la Holstein entraîne une diminution du rendement en carcasse, de la conformation et de la charnure de la carcasse, ainsi que de l'efficacité alimentaire des mâles à l'engrais.

Les conséquences à en tirer pour les programmes de sélection ont fait l'objet d'un récent séminaire de la C.E.E. (KRAUSSLICH et LUTTERBACH, 1985). L'intérêt national conduit, dans la plupart des pays, à donner au moins une information sur les aptitudes bouchères des taureaux à partir de leurs propres performances ou de celles de leurs descendants (veaux de boucherie). Cependant, dans les conditions de prix actuelles, l'éleveur spécialisé de vaches Pie noires ne freinera probablement pas l'accroissement du potentiel laitier pour améliorer, ou simplement pour maintenir la valeur commerciale de ses veaux mâles, parce que le premier accroît infiniment plus ses recettes. En revanche, l'éleveur de vaches laitières à aptitudes mixtes peut accorder plus de poids aux aptitudes bouchères surtout s'il engraisse lui-même ses veaux.

4. Facteurs économiques limitant l'accroissement du potentiel laitier

Le potentiel laitier optimum d'un troupeau doit être en harmonie, mais en le dépassant d'une certaine marge (disons de 20 à 25 p.100), avec le niveau de production qui peut être atteint de façon rentable. Ce dernier dépend de 3 catégories de facteurs :

- la compétence de l'éleveur au plan technique (traite, alimentation, surveillance, soins) et aussi au plan économique (gestion, organisation). Si elle est insuffisante par rapport au potentiel laitier du troupeau, la production sera plus faible, les risques et dépenses sanitaires accrus, la reproduction mauvaise et le renouvellement plus rapide, même si les dépenses alimentaires sont aussi élevées, voire plus ;

- le coût des facteurs de production, en premier lieu de l'alimentation puisqu'elle représente couramment de 60 à 70 p.100 des charges, main d'œuvre non comprise. Le coût des fourrages varie selon les milieux. Le rapport du prix du lait à celui de l'aliment concentré a une importance déterminante puisque les aliments concentrés couvrent la majeure partie des besoins nutritionnels supplémentaires consécutifs à l'accroissement du potentiel laitier. Il varie de façon importante selon les conditions du marché, les pays et les régions, par exemple de 0,8 à 1,4 (Pays-Bas) dans les pays de la C.E.E.. Les valeurs élevées de ce rapport ont stimulé jusqu'ici l'augmentation de la production laitière par vache et par hectare. Sa réduction, notamment à la suite d'une diminution relative du prix du lait, conduirait à accroître la part de l'herbe pâturée et des fourrages conservés et à limiter sans doute l'augmentation du potentiel laitier, tout au moins dans la plupart des pays européens. Cette diminution peut être en partie compensée par celle du prix des céréales qui est apparue dans la C.E.E. ;

- les caractéristiques et l'orientation de l'exploitation. D'une façon générale, l'accroissement de la taille du troupeau, surtout par un nombre de vaches à l'hectare plus élevé, diminue le poids des charges de structure dans le coût de production (il en est de même pour l'augmentation de la production par vache). Le niveau de production laitière optimum varie aussi avec l'importance des autres recettes du troupeau (veaux, etc.) et de l'exploitation, ainsi qu'avec la quantité de travail et les équipements disponibles.

L'ensemble de ces facteurs explique que le coût de production du lait se trouve minimum dans les troupeaux produisant environ 8 000 kg de lait à 36 g / kg de matières grasses dans l'Etat de New-York (ALLAIRE et THAEN, 1985) et qu'il soit de 40 p.100 plus faible en Nouvelle-Zélande (3 475 kg au pâturage toute l'année complété par de l'herbe conservée) qu'en Californie (7 140 kg en stabulation permanente avec des aliments achetés) (SCOTT, 1983). Dans les grands pays laitiers ont été, ou seront proposés des modèles qui tiennent compte de tous les facteurs intervenant dans le revenu et de leurs interactions pour aider l'éleveur à adapter le potentiel et le management de son troupeau aux conditions économiques.

L'accroissement du potentiel laitier et de son extériorisation semble correspondre aux besoins des grandes unités hors sol d'Amérique du Nord et de tous ceux des éleveurs spécialisés qui se sont modernisés, ont accru leurs effectifs et disposent de ressources alimentaires au prix le plus bas. Il apparaît donc inexorable pour la population des vaches Pie noires et pour les autres races laitières spécialisées européennes. La limitation de la production offre cependant une chance de se maintenir aux plus laitières des races à aptitudes mixtes, surtout si les prix de la viande par rapport au lait devenaient plus favorables.

La poursuite de cette intensification et de la concentration de la production laitière est-elle utile à la communauté des éleveurs et à l'économie des états ? C'est un autre débat. Disons simplement que cette évolution, qui était en général nécessaire jusqu'à un certain niveau, a contribué à marginaliser ceux qui n'avaient pas les moyens de la suivre, à engager la plupart des autres dans un endettement exagéré, à accentuer le dépeuplement des régions les moins proprices, à gonfler les excédents de beurre et de lait écrémé en poudre en même temps que le nombre des chômeurs.

Ce n'est certainement pas un modèle à proposer aux nombreux pays en développement qui ont besoin d'accroître leur production laitière (tabl. 1) pour mieux alimenter leur population, d'autant plus qu'ils n'ont généralement pas de céréales à distribuer aux vaches. Le potentiel laitier des vaches zébus est certes très modeste mais le régime alimentaire est en général beaucoup plus limitant, en quantité comme en qualité.

III. Composition et qualité des laits

Les teneurs en matières grasses et en protéines des laits de grand mélange traités par les laiteries présentent des fluctuations saisonnières d'une amplitude de 3 à 4 g/kg et de 2,5 à 3 g/kg respectivement. Dans tous les pays tempérés de l'hémisphère Nord, elles sont maximum en automne, entre octobre et décembre, surtout par suite de la prépondérance des laits de fin de lactation. Elles sont minimum en juillet-août (de même que les teneurs en calcium et magnésium) quand les vêlages sont assez bien répartis au long de l'année, par suite de l'influence dépressive conjuguée des jours longs et des températures très élevées. Elles peuvent aussi passer par un minimum en fin d'hiver lorsque la majorité des vaches sont entre le 2ème et le 4ème mois de lactation.

L'action des facteurs alimentaires vient s'ajouter à ces variations de base dues au stade de lactation et aux facteurs climatiques y compris pour d'autres caractéristiques physico-chimiques du lait. Les conséquences des changements des races, les possibilités de la sélection et les altérations dues aux mammites sont bien connues (tabl. 6).

Mais la richesse et les caractéristiques du lait au sortir de la mamelle (revue par la FIL-IDF, 1980) ne sont qu'un des aspects de la qualité du lait pour le transformateur. La pollution microbienne lors de la traite, les modifications au cours de la longue période (conservation à la ferme, collecte, attente à la laiterie) qui la sépare du traitement à la laiterie, sont autant de causes de détérioration qui masquent, ou qui annihilent, les efforts pour améliorer la composition du lait.

1. Conséquences des changements génétiques

Les différences entre races à l'intérieur d'un pays ont été mesurées depuis très longtemps pour le taux butyreux et depuis deux décennies pour la teneur en protéines. Ainsi, la substitution des Pie noires aux races Jersey, Guernesey ou Normande entraîne un appauvrissement du lait. Le lait des Holstein Friesian des U.S.A. contient en moyenne 36 g de matières grasses et 31,5 g de protéines totales (N × 6,38) par kg. Il est plus pauvre que celui des Pie noires européennes, par exemple de 4,0 et 1,5 g respectivement par rapport à celles des Pays-Bas (OLDENBROEK, 1984). Cette infériorité a été confirmée dans la vaste comparaison entre les principales souches Pie noires du monde qui a été réalisée en Pologne (JASIOROWSKI *et al.*, 1983). L'absorption des Pie noires européennes par la Pie noire américaine, risque donc d'entraîner un appauvrissement du lait. Elle est probablement en partie responsable de la tendance à la dimi-

TABLEAU 6

Facteurs de variation de la composition du lait

	Matières grasses		Protéines		Lactose
	Teneur	Composition	Teneur	Composition	
Intra vache					
Stade de lactation	+ + +	+	+ + +	+	+
Alimentation	+ +	+ + +	+	0	0
Management (traite)	+ +	0	0	0	0
Climat (saison)	+	+	+ +	0	0
Mammites	+	+	+	+ +	+ + +
Entre vaches	+ + +	+	+ +	+	+

nution de la teneur en protéines observée entre 1981 et 1984 chez les vaches soumises au Contrôle laitier dans plusieurs pays européens (Danemark, Royaume-Uni).

La teneur en caséines est le pivot de la transformation des laits en fromage ; le rendement fromager lui est proportionnel en même temps qu'à la teneur en matières grasses ; plus elle est élevée, meilleures sont aussi les aptitudes à la coagulation (rapidité, fermeté du caillé, rétention des matières grasses) du lait et la qualité des fromages tels que le gruyère (revue de KERJEAN, 1984) et le Cheddar. A la suite des travaux italiens sur la transformation en Parmigiano (MARIANI *et al.*, 1976), on sait que les variants B de la caséine K et de la caséine β ont une action favorable sur cette aptitude à la coagulation et sur le rendement en fromages (1). Or leur fréquence est beaucoup plus faible dans les populations Pie noires (LOSI et MARIANI, 1984 ; Mc LEAN *et al.*, 1984 ; GROSCLAUDE, comm. pers.). Si le variant B de la caséine β est beaucoup trop rare (< 1 p.100) chez les Holstein, la fréquence de celui de la caséine K pourrait être améliorée par la sélection, d'autant mieux qu'il est en relation positive avec la production laitière en première lactation (LIN *et al.*, 1986).

Les teneurs en matières grasses et protéines du lait ont une héritabilité (>0,50) environ deux fois plus élevée que les quantités de lait, de matières grasses et de protéines par lactation (MAIJALA et HANNA, 1974 ; GAUNT, 1980). Elles sont en corrélation génétique positive entre elles, nulle ou légèrement positive avec les quantités de matières grasses et de protéines, et négative avec la quantité de lait. La sélection sur la teneur en matières grasses (et corrélativement sur la teneur en protéines) a été très efficace dans la Pie noire européenne mais au détriment de l'amélioration de la quantité de lait. La sélection exclusive sur la quantité de lait accroît simultanément les quantités de matières grasses et de protéines mais elle en diminue les teneurs, sauf si on veille à ne pas les laisser tomber au-dessous d'un certain seuil.

L'accroissement des quantités a toujours été jusqu'ici le plus rentable pour les éleveurs quels que soient les modes de calcul du prix du lait, même après l'introduction de la teneur en protéines. Cependant, au cours des dernières années, on a envisagé d'accorder un poids plus important aux teneurs pour mieux tenir compte de souhaits des transformateurs, voire des besoins nationaux. Un enrichissement du lait permet des économies d'énergie dans le refroidissement, le transport et le séchage. La part croissante du lait qui est transformée en fromages conduit à privilégier la teneur en caséines. la C.E.E. encourage un accroissement du rapport protéines / matières grasses ; en ne portant que sur la quantité de lait les quotas actuels ajoutent de l'intérêt à l'enrichissement du lait, etc.

Les index des taureaux d'I.A. commencent à tenir compte de ces modifications dans le calcul du prix du lait. Celui utilisé aux Pays-Bas depuis 1980, l'I.N.E.T., combine les valeurs génétiques pour la quantité de lait (kg) et les teneurs en matières grasses et en protéines (p.100) avec des coefficients de pondération de 0, 316, 260 et 500 respectivement (DOMMERHOLT et WILMINK, 1986). L'Allemagne et le Danemark envisagent une orientation semblable. En France, l'indexation des taureaux d'I.A. depuis deux décennies sur la quantité de matière utile = quantité de lait × 0,5 (teneur en matières grasses + 1,21 teneur en protéines) a permis de maintenir la richesse du lait des vaches Pie noires soumises au contrôle laitier malgré l'accroissement des gènes Holstein. Il est envisagé un index synthétique : quantité moyenne de matière utile × 2 taux moyen de matière utile (BONAITI, 1985 ; GASTINEL et MOCQUOT, 1985). Il faut à plus forte raison tenir compte de la richesse du lait en protéines dans la sélection des races autres que les Pie noires (Montbéliarde, Normande, etc.). L'amélioration génétique de la composition du lait a de l'intérêt pour tous, à la différence de celle du potentiel laitier.

(1) Les travaux conduits actuellement par l'Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers montrent une rétention plus élevée pour les matières grasses et les protéines (de 3 à 4 p.1000), ainsi que pour le calcium, avec les laits BB qu'avec les laits AA quant à la caséine K.

2. Variations d'origine alimentaire

a) Apport énergétique

Chez les vaches de potentiel élevé, le déficit énergétique risque d'être plus long en début de lactation et aussi plus fréquent par la suite, car elles essayent de maintenir leur production laitière à partir de leurs réserves corporelles lorsque la ration est insuffisante.

Le déficit énergétique modifie peu la teneur en matières grasses et peut même l'augmenter en début de lactation, mais il diminue systématiquement la teneur en protéines. Cette diminution est en moyenne de 0,5 g par unité fourragère manquante d'après la moyenne des 38 essais récapitulés par REMOND (1985). Elle semble s'accroître au fur et à mesure que s'allonge la période de déficit intense ; elle peut ainsi dépasser 2 g / kg, à la fin du 2ème mois de lactation. Le déficit énergétique vient donc diminuer la teneur en protéines du lait à deux périodes critiques pour elle : d'une part, au 2ème et au 3ème mois de lactation, alors qu'elle est à son minimum physiologique ; d'autre part, pendant la sécheresse d'été (juillet) (revue de JOURNET et REMOND, 1980) où elle est déjà diminuée par la longueur des jours et, dans une moindre mesure, par les températures élevées. La teneur en matières grasses, diminue aussi à cette période. Cette conjonction, associée à la « Holsteinisation » explique des concentrations en protéines régulièrement inférieures à 30 g p.1000 dans les laits d'été du Sud-Ouest de la France. La teneur en protéines, pas plus que la teneur en matières grasses, ne sont guère sensibles au niveau d'alimentation azotée, lorsqu'il ne s'accompagne pas d'une modification du niveau d'alimentation énergétique. Seule la teneur en azote non protéique (urée) du lait varie dans le même sens que la teneur en azote de la ration (REMOND, 1985).

La quantité d'aliments concentrés qui est nécessaire pour couvrir le plus tôt possible les besoins énergétiques des fortes productrices, représente couramment plus de 40 p.100 de la ration hivernale (et beaucoup plus si on lui ajoute le grain de l'ensilage de maïs). La teneur en matières grasses du lait a tendance à diminuer au fur et à mesure que cette proportion augmente - la teneur en protéines étant maintenue ou accrue - en relation avec l'augmentation de la production d'acide propionique dans le rumen à partir de l'amidon des céréales (revues de SUTTON, 1981 et de JOURNET et CHILLIARD, 1985). On connaît les moyens de prévenir ces accidents. Il s'agit de distribuer à volonté des fourrages d'excellente qualité qui soient consommés en quantité maximum, de choisir la composition des concentrés (sous-produits riches en parois digestibles à la place d'une partie des céréales ; substances tampon) et d'étaler leur ingestion.

L'introduction de graisses dans le concentré permet, elle aussi, de diminuer la proportion d'amidon tout en augmentant, ou en maintenant, la concentration énergétique, et d'apporter des acides gras longs à 18 C dont certaines rations sont assez pauvres. L'influence sur la teneur en matières grasses est toujours négative dans le cas des huiles végétales riches en acides gras insaturés mais variable dans celui des graines oléagineuses (surtout de coton) et des graisses animales (saindoux) (revues de PALMQUIST et JENKINS, 1980 et de STORRY, 1981). Deux essais en ferme confirment ces tendances : diminution de 2 g p.1000 dans l'Ohio avec un mélange de graisses animales et végétales, amenant la teneur en graisses de la ration à 6 p.1000 (HEINRICHS *et al.*, 1981) ; maintien ou même augmentation au Danemark quand la quantité de saindoux ajoutée passe de 200 à 600 g / jour, en complément d'une ration pauvre en matières grasses à base de betteraves et d'ensilages d'herbe (OSTERGAARD *et al.*, 1981). La teneur en protéines n'a pas été modifiée dans le premier cas ; elle a le plus souvent diminué dans le deuxième, en accord avec les trois quarts des essais sur les troupeaux expérimentaux (revues de EMERY, 1978 et de MORAND-FEHR *et al.*, 1986).

Les graisses enrobées dans des protéines selon une méthode australienne ne perturbent pas les fermentations dans le rumen et y sont protégées de l'hygrogénation. Leur incorporation dans la ration entraîne une augmentation importante de la teneur en matières grasses du lait en même temps qu'une diminution systématique de la teneur en protéines (revue de STORRY, 1981). Elle permet, plus sûrement que les graisses non protégées, de modifier la composition des graisses du lait, à des fins diététiques (enrichissement en acides gras polyinsaturés) ou technologiques (beurre plus facile à tartiner). Le coût élevé et la fiabilité insuffisante du procédé ont jusqu'ici empêché son utilisation.

b) Régimes alimentaires

D'après les nombreuses comparaisons réalisées dans les stations expérimentales (revue de HODEN *et al.*, 1985), le remplacement du foin par l'ensilage d'herbe ne modifie pas la teneur en matières grasses ou l'augmente légèrement ; il diminue sensiblement la teneur en protéines (de l'ordre du g par kg) sauf pour les ensilages d'excellente qualité. Il accroît considérablement les teneurs en carotène et vitamine A. Par rapport au foin ou à l'ensilage d'herbe, l'ensilage de maïs correctement pourvu en grains accroît la teneur en matières grasses de 3 à 4 g / kg et la teneur en protéines de 1 à 2 g ; cela, par l'intermédiaire d'augmentations de la production d'acide butyrique dans le rumen et du niveau d'alimentation énergétique respectivement.

Les laits des vaches consommant des ensilages d'herbe, et à un degré moindre, des ensilages de maïs, contiennent des nombres de spores de *Clostridium tyrobutyricum* beaucoup plus élevés, et plus variables, qu'avec les rations de foins et de betteraves. Cette pollution a des conséquences désastreuses pour l'aspect et le goût des fromages à pâte cuite, du type emmental et gruyère, ainsi que pour d'autres fromages à pâte pressée : gouda, edam, mimolette, Saint-Paulin, Saint-Nectaire. La chaîne de cette pollution depuis le sol de la prairie est bien connue, de même que les règles pour la réduire : d'abord limiter la contamination de l'ensilage (et par là même de l'atmosphère) en récoltant une herbe non souillée par de la terre et en lui assurant une bonne conservation ; limiter ensuite la contamination du lait par les matières fécales, et aussi par l'air (lactoducs), en appliquant rigoureusement les règles d'hygiène et de propreté, notamment lors de la traite.

La majorité des producteurs peut ainsi produire régulièrement des laits contenant moins de 500 spores par litre, seuil au-dessous duquel les altérations des fromages à pâte cuite sont rares et faibles. Mais il suffit de peu de laits fortement contaminés pour dépasser rapidement ce seuil. A l'exception de l'addition d'oxydants tels que les nitrates, qui sont autorisés seulement aux Pays-Bas, les industriels ne disposent que de palliatifs. L'interdiction de l'utilisation des ensilages dans les zones de fabrication traditionnelles de gruyère et d'emmental (Suisse, France, Allemagne) reste la seule méthode sûre pour protéger la qualité de ces fromages. La finition du séchage du foin en grange y trouve son intérêt si la qualité des fromages obtenus permet d'augmenter le prix du lait. L'autorisation d'emploi des ensilages existant en Finlande est accompagnée d'une discipline stricte et d'un encadrement très étroit.

Le passage de l'alimentation hivernale au pâturage s'accompagne de modifications importantes de la composition du lait : la teneur en protéines est systématiquement accrue mais la teneur en matières grasses varie en sens inverse de son niveau en fin d'hiver (HODEN *et al.*, 1985) ; la proportion des acides gras non saturés augmente, etc. La teneur en matières grasses est plus élevée sur les pâturages de dactyle ou de luzerne que sur ceux de ray-grass, de fétuque des prés ou de trèfle blanc (DEMARQUILLY, 1963), sur ceux de ray-grass anglais que sur ceux de trèfle blanc (THOMSON *et al.*, 1985), la quantité de lait variant en sens inverse dans tous les cas. La composition botanique du pâturage agit aussi sur les proportions des différents acides gras et des différentes protéines. Sur les pâturages de trèfle blanc, les laits contiennent plus d'acides gras à chaîne courte mais moins d'acides gras longs insaturés que sur les pâturages de ray-grass anglais ; ils sont plus riches en caséines α et β et en petites micelles et ils donnent des caillés plus fermes (GRANDISON *et al.*, 1985). Voilà une nouvelle cause de variation des rendements fromagers du « lait de pâturage ».

3. Altérations dues aux mammites

Les mammites sont devenues le principal fléau des élevages laitiers dans tous les pays. Elles sont un des plus difficiles à combattre en raison de la multiplicité des espèces bactériennes en cause comme des causes qui les favorisent. Elles entraînent de nombreuses modifications de la composition du lait (revue de KITCHEN, 1981) dont certaines sont utilisées pour déceler ces infections sub-cliniques : diminution des teneurs en lactose et en K^+, accroissement des teneurs en Na^+, Cl- et surtout du nombre de cellules somatiques. Les teneurs en matières grasses et en caséines sont sensiblement diminuées, cette dernière diminution étant masquée par une augmentation de la sérum albumine et des immunoglobines. De plus, les micelles de β-caséine sont en partie solubilisées sous l'action de la plasmine venue du sang et, à un moindre degré, des protéinases des cellules somatiques (BARRY et DONNELLY, 1981).

Ces modifications altèrent les propriétés technologiques du lait, plus particulièrement pour la fabrication de fromages. Quand le nombre de cellules somatiques dans le lait augmente, le temps de coagulation par la présure s'accroît, la fermeté du caillé et le rendement en fromage diminuent. Cela a été observé pour la transformation en Cheddar, aussi bien au laboratoire (ALI

et al., 1980) que dans les fromageries du Wisconsin (EVERSON, 1984). Cette détérioration du rendement en fromage apparaît pour des nombres de cellules somatiques inférieurs à 500 000/ml, seuil qu'approchent ou dépassent encore 30 p.100 ou plus des troupeaux dans de nombreux pays : Angleterre et Pays de Galles, France, U.S.A., Australie...

Deux programmes de lutte dirigés principalement contre les microbes habituellement responsables de la plupart des mammites (*Str. agalactiae, Str. dysgalactiae* et *Staph. aureus)* ont fait leurs preuves sur le terrain (revue de BRAMLEY et DODD, 1984). Le programme scandinave mis en place dès 1948 visait à l'éradication de *Str. agalactiae* à partir de l'identification, du traitement et de l'élimination des vaches infectées. Au Danemark, on a effectivement réduit la fréquence de cet agent et celle des vaches et des quartiers infectés, mais à un coût élevé, surtout en personnel compétent. Le programme de Shinfield (DODD *et al.*, 1969), associant la désinfection systématique des trayons après la traite et un traitement aux antibiotiques lors du tarissement permet de réduire de 70 p.100 le taux d'infection de tous les troupeaux en l'espace de trois ans et d'amener à moins de 10 p.100 la proportion des quartiers infectés (NATZKE, 1981 ; DODD, 1983) ; bien que rentable, il est coûteux en produits et exigeant en main d'œuvre. Ces deux programmes sont malheureusement sans action sur les autres bactéries impliquées dans les mammites, *St. uberis, E. coli* et les autres coliformes, dont les litières sont le principal réservoir. La fréquence des mammites aigües dues aux coliformes n'est pas modifiée ou même se trouve parfois accrue (Coliform Subcommittee, 1979), ce qui décourage les éleveurs. Les risques de contact (et d'infection) des trayons avec ces bactéries du milieu sont accrus par la forte concentration des vaches dans les stabulations libres, la diminution de la litière, ou son renouvellement insuffisant, et par de mauvaises dispositions pour l'évacuation des déjections. Ces facteurs de risques sont démontrés par les enquêtes épidémiologiques (BAKKEN, 1982 ; BROCHART *et al.*, 1984).

La lutte contre les mammites comporte l'application rigoureuse, simultanée et continue des règles d'hygiène bien connues concernant les animaux, la traite et les bâtiments, ainsi qu'une utilisation correcte des machines à traire (KINGVILL *et al.*, 1977). Elle est guidée par la numération des cellules somatiques ; depuis qu'il a été automatisé, ce test est l'outil de choix pour évaluer le niveau d'infection des troupeaux (environ 20 p.100 de quartiers infectés pour 500 000 cellules / ml), déceler les vaches infectées (de 25 à 35 p.100 le plus souvent), et sensibiliser l'éleveur à une perte de production qui est proportionnelle au nombre de cellules (JONES *et al.*, 1984).

Dans les pays où l'on applique depuis plusieurs années des programmes de lutte appuyés sur des variations du prix du lait, les valeurs moyennes de la numération cellulaire sont à des niveaux plus bas que dans les autres : Suisse (165 000), Allemagne (235 000), Norvège (245 000), Danemark (280 000) ; cependant, elles diminuent assez peu désormais. L'introduction de ces programmes dans d'autres pays devrait être facilitée par la mise au point attendue d'appareils de détection lors de la traite. A plus long terme, d'autres progrès pourraient venir de l'accroissement de la résistance des vaches aux mammites (revues de POUTREL, 1982 et de MILLER, 1984). Cette résistance est faiblement héritable mais elle est aussi en faible opposition génétique avec le potentiel laitier, ce qui laisse peu de chances à une sélection effective ; elle est cependant prise en compte dans le testage des taureaux en Norvège et en Suède. Les perspectives de vaccination sont limitées par la multiplicité des espèces bactériennes. L'induction d'une mobilisation des polynucléaires au début de l'infection est plus prometteuse.

4. Récolte et conservation du lait

La traite mécanique est de plus en plus automatisée et elle pourra l'être entièrement dans un proche avenir avec la pose automatique des gobelets trayeurs. La conservation du lait à 4°C

TABLEAU 7

Normes et fréquence de détermination des différentes composantes de la qualité hygiénique (1) entrant dans le paiement du lait aux Pays-Bas (2)

Composante	Périodicité des tests	Norme
Germes totaux	2 semaines	< 100 000 /ml
Propreté	4 semaines	pas ou peu d'impuretés
Antibiotiques	2 semaines	< 0,01 UI
Cellules somatiques	4 semaines	< 750 000 /ml
Agents oxydants	6 mois	négatif
Bactéries butyriques	novembre-avril : 6 fois mai-octobre : 2 fois	négatif
Bactéries thermorésistantes	6 mois	< 30 000 / ml
Acidité des matières grasses	mars-avril : 1 fois septembre-octobre : 1 fois	< 1,00 m.eq. /100 g de matières grasses
Point de congélation	6 mois	

(1) Il est diminué d'abattements qui augmentent avec l'écart par rapport à la norme pour chacune des composantes de la qualité hygiènique.

(2) Le prix de base du lait est proportionnel aux teneurs en matières grasses et en protéines considérées séparément.

à la ferme s'est généralisée. Si elle empêche le développement des bactéries lactiques et autres mésophiles, elle permet celui des bactéries psychrotrophes. Les enzymes produites par ces dernières ont en général des conséquences défavorables sur les aptitudes fromagères des laits (protéolyse) et sur les qualités organoleptiques des produits laitiers (lipolyse, protéolyse) (revues de FAIRBAN et LAW, 1986 ; CHILLIARD et LAMBERET, 1984). On connaît les principales règles pour maintenir le nombre de psychrotrophes à un faible niveau : d'abord limiter la pollution microbienne initiale par la propreté de la machine à traire et de la traite ; ne pas dépasser la température de 4°C et un séjour de 48 heures à la ferme ; collecter le lait dans de bonnes conditions et le traiter rapidement à la laiterie.

L'action de la lipoprotéine lipase sécrétée par la mamelle se développe aussi au cours de la conservation du lait à 4°C, d'autant plus que les globules gras ont été rendus plus fragiles par les chocs mécaniques et thermiques et par l'aération subis par le lait, au cours de la traite mécanique et des manipulations (revue de CHILLIARD et LAMBERET, 1984). Cette lipolyse augmente au cours de la 2ème moitié de la lactation, surtout au cours des trois derniers mois sous l'action de l'avancement de la gestation et de la réduction de la quantité de lait (CHAZAL et CHILLIARD, 1986). Elle pourrait être alors favorisée par certains facteurs du milieu, tels que les régimes alimentaires à base d'ensilages d'herbe (CHAZAL *et al.*, 1987).

* *
*

C'est la diversification des produits laitiers - produits frais et fromages - qui a permis jusqu'ici d'accroître la quantité de lait consommée par tête dans les pays développés, ou tout au moins de la maintenir. Pour persévérer avec succès dans cette voie, les industriels doivent disposer de la matière première qui soit la mieux adaptée dans ses caractéristiques physico-chimiques aux produits fabriqués et la moins altérée par les microbes et les produits contaminants. Le lait doit être payé selon ses qualités chimiques, bactériologiques et hygiéniques et le producteur correctement rémunéré pour ses efforts d'amélioration. Le système de paiement en vigueur aux Pays-Bas (tabl. 7), premier exportateur mondial de produits laitiers, est un modèle du genre. Comme aux Pays-Bas, le système du paiement du lait doit être obligatoirement pris en compte dans l'orientation de la sélection. Le plafonnement des productions nationales et, à plus forte raison, leur diminution dans la C.E.E. renforcent cette orientation.

Références bibliographiques

ALI A.E., ANDREWS A.T., CHEESEMAN G.C., 1980. Influence of elevated somatic cell counts on casein distribution and cheese-making. *J. Dairy Res.*, **47,** 393-400.

ALLAIRE F.R., THAEN C.S., 1985. Prospectives for genetic improvement in the economic efficiency of dairy cattle. *J. Dairy Res.*, **68,** 3110-3123.

ALLEN D.M., BOUGLER J., CHRISTENSEN L.G., JONGELING C., PETERSEN P.H., SERVENTI P., 1982. Livestock Production in Europe. Perspectives and prospects. III. Cattle Livestock Production Science 9, 89-126.

BAKKEN G., 1982. The relationship between environmental conditions and bovine udder diseases in Norvegian dairy herds. *Acta Agric. Scand.*, **32,** 23-31.

BARRY J.G., DONNELLY W.J., 1981. Casein compositional studies. II. The effect of secretory disturbance on casein composition in freshly drawn and aged bovine milks. *J. Dairy Res.*, **48,** 437-446.

BAUMAN D.E., EPPARD P.J., DE GEETER J., LANZA G.M., 1985. Responses of high-producing dairy cows to long-turn treatment with pituitary somatotropin and recombinant somatotropin. *J. Dairy Sci.*, **68,** 1352-1362.

BAUMAN D.E., Mc CUTCHEON S.N., 1986. The effect of growth hormone and prolactin on metabolism. In : L.P. Milligan, W.L. Grovum et A. Dobson (Eds), *Control of digestion and metabolism in ruminants*. 436-455, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ 07632.

BLOC N., GUERIN J.L., MOCQUOT J.C., 1986. Les index laitiers : un outil d'analyse du passé et de maîtrise de l'avenir génétique des races. In : *Annuel pour l'éleveur de bovins,* 5-22, ITEB Paris.

BONAITI B., 1985. Composition du lait et sélection laitière chez les bovins. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **59,** 51-56.

BRAMLEY A.J., DODD F.H., 1984. Reviews of the progress of dairy science : mastitis controle progress and prospects. *J. Dairy Res.*, **51,** 481-512 .

BRUMBY P.J., HANCOCK J., 1955. The galactopoietic role of growth hormone in dairy cattle. *N.Z.J. Sci. Technol. (A),* **36,** 417-436.

BROCHART M., BARNOUIN J., FAYET J.C., 1984. Les mammites dans l'enquête éco-pathologique continue en élevages-observatoires. *Bull. GTV,* **5,** 7-24.

CHAZAL M.P., CHILLIARD Y., 1986. Effect of stage of lactation, stage of pregnancy, milk yield and herd management on seasonal variation in spontaneous lipolysis in bovine milk. *J. Dairy Res.*, **53,** 529-538.

CHAZAL M.P., CHILLIARD Y., COULON J.B., 1987. Effect of nature of forage on spontaneous lipolysis in milk from cows in late lactation. *J. Dairy Res.*, **54,** 13-18.

CHILLIARD Y., LAMBERET G., 1984. La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variation, signification pratique. *Lait,* **64,** 544-578.

CLARK J.H., DAVIS C.L., 1983. Future improvement of milk production potential for nutritional improvement. *J. Anim. Sci.*, **57,** 770-764.

COLIFORM SUBCOMMITTE OF THE RESEARCH COMMITTEE OF THE NATIONAL MASTITIS COUNCIL, 1979. Coliform mastitis. A review. *J. Dairy Sci.*, **62,** 1-22.

COLLEAU J.J., 1985. Efficacité génétique du transfert d'embryons dans les noyaux de sélection chez les bovins laitiers. *Genet. Sel. Evol.*, **17,** 499-538.

CROWLEY J.W., NIEDERMEIER R.P., 1981. Dairy production 1955 to 2006. *J. Dairy Sci.*, **64,** 971-974.

CUNNINGHAM E.P., 1983. Structure of dairy cattle breeding in Western Europe and comparisons with North America. *J. Dairy Sci.*, **66,** 1579-1589.

CUNNINGHAM E.P., 1985. Recent genetic evolution of EEC cattle populations. In : H. Kraüslich et A. Lutterbach (eds), *Adapting EEC cattle breeding programmes to market realities.* p. 3-11, Office publications CEC Luxembourg.

DEMARQUILLY C., 1963. Influence de la nature du pâturage sur la production laitière et la composition du lait. *Ann. Zootech.*, **12,** 69-104.

DE PETERS E.J., SMITH N.E., ACEDO-RICO J., 1985. Three of two times daily milking of older cows and first lactation cows for entire lactations. *J. Dairy Sci.*, **68,** 123-132.

DMITRIEV N.G., 1985. Breed structure of cattle in the USSR and methods for cattle improvement. In *Compte rendu 36ème réunion annuelle Fédération Européenne Zootechnie.* Vol. 1, 34-35.

DODD F.H., 1983. Mastitis-Progress on control. *J. Dairy Sci.*, **66,** 1773-1980.

DODD F.H., WESTGARTH D.R., NEAVE F.K., KINGWILL R.G., 1969. Mastitis and the strategy of control. *J. Dairy Sci.*, **52,** 689-707.

DOMMERHOLT J., WILMINK J.B.M., 1986. Optimum selection

responses under varying milk prices and margins for milk production. *Livest. Prod. Sci.*, **14,** 109-121.

EMERY R.S., 1978. Feeding for increased milk protein. *J. Dairy Sci.*, **61,** 825-828.

EPPARD P.J., BAUMAN D.E., Mc CUTCHEON S.N., 1985. Effect of dose of bovine growth hormone on lactation of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **68,** 1109-1115.

EVERSON T.C., 1984. Concerns and problems of processing and manufacturing in super plants. *J. Dairy Sci.*, **67,** 2095-2099.

FAIRBARN D.J., LAW B.A., 1986. Proteinases of psychrotrophic bacteria : their production, properties, effects and control. *J. Dairy Res.*, **53,** 139-177.

FIL-IDF (Fédération internationale de laiterie - International Dairy Federation), 1980. Factors affecting the yields and contents of milk constituents of commercial importance. Document 125.

FREEMAN A.E., 1984. Secondary traits : sire evaluation and the reproductive complex. *J. Dairy Sci.*, **67,** 449-458.

GASTINEL P.L., MOCQUOT J.C., 1985. Choisir les reproducteurs : sur les quantités ou sur les taux ? sur la matière utile ou sur les protéines ? In *Annuel pour l'éleveur de bovins,* p. 9-20, ITEB, Paris.

GAUNT S.N., 1980. Genetic variations in the yields and contents of milk constituents. In : *FIL-IDF Bulletin,* **125,** 73-82.

GISI D.D., DE PETERS E.J., PELISSIER C.L., 1986. Three times daily milking of cows in California dairy herds. *J. Dairy Sci.*, **69,** 863-868.

GRANDISON A.S., MANNING D.J., THOMSON J., ANDERSON M., 1985. Chemical composition, rennet coagulation properties and flavour of milks from cows grazing rye grass or white clover. *J. Dairy Res.*, **52,** 33-39.

GRAVERT H.O., 1985. Genetic factors controlling feed efficiency in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, **13,** 87-99.

HANSEN L.B., TOUCHBERRY R.W., YOUNG C.W., MILLER K.P., 1979. Health care requirements of dairy cattle. I. Response to milk yield selection. *J. Dairy Sci.*, **62,** 1922-1931.

HANSEN LARSEN L., WENZEL ESKEDAL H., 1952. Fodring of koer med hoj maelkeydelse (Alimentation des vaches laitières fortes productrices). 260 Beretn. Fra forsogslaboratoriet.

HEINRICHS A.J., NOYES T.E., PALMQUIST D.L., 1981. Added dietary fat for milk and fat production in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.*, **64,** 353-357.

HODEN A., COULON J.B., DULPHY J.P., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 3. Effets des régimes alimentaires sur le taux butyreux et protéique. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **62,** 69-79.

JARRIGE R., 1986. Voluntary intake in dairy cows and its prediction. International Dairy Federation Bull. nº 196. 4-16.

JASIOROWSKI H., REKLEVSKI Z., STOLTZMANM, 1983. Testing different strains of Friesian cattle in Poland. I. Milk performance of F1 paternal Friesian strain crosses under intensive feeding conditions. *Livest. Prod. Sci.*, **10,** 109-122.

JONES G.M., PEARSON R.E., CLABAUGH G.A., HEALD C.W., 1984. Relationships between somatic cell counts and milk production. *J. Dairy Sci.*, **67,** 1823-1831.

JOURNET M., POUTOUS M., CALOMITTI S., 1965. Appétit de la vache laitière. I. Variations individuelles des quantités d'aliments ingérés. *Ann. Zootech.*, **14,** 5-37.

JOURNET M., REMOND B., 1980. Influence de l'alimentation et de la saison sur les fractions azotées du lait de vache. *Lait,* LX, 140-159.

JOURNET M., CHILLIARD Y., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 1. Taux butyreux : facteurs généraux. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **60,** 13-23.

KALTER R.J., 1984. Production cost, commercial potential and the economic implications of administering bovine growth hormone. Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf., 27-41.

KENNEDY B.W., 1984. Selection limits : have they been reached with the dairy cow ? *Can. J. Anim. Sci.*, **64,** 207-215.

KERJEAN J.R., 1984. Conséquences fromagères des variations de la composition du lait. Qualité chimique du lait de fromagerie. In : *La composition chimique du lait et ses incidences technologiques.* Journée de Rennes, 26-28 septembre 1984.

KINGVILL R.G., DODD F.H., NEAVE F.K., 1977. In c.c. Thiel and F.H. DODD (Eds), *Machine Milking.* National Institute for Research in Dairying, Shinfield.

KITCHEN B.J., 1981. Review of the progress of dairy science : Bovine mastitis : milk compositional changes and related diagnostic tests. *J. Dairy Res.*, **48,** 167-188.

KRAUSSLICH H., LUTTERBACH A., 1985. Adapting EEC Cattle breeding programmes to market realities. Proc. CEC Seminar Brussels 4 and 5 June 1985. 283 pages. CEC. Luxembourg.

LABEN R.L., SHANKS R., BERGER P.J., FREEMAN A.E., Factors affecting milk yield and reproductive performance. *J. Dairy Sci.*, **65,** 1004-1015.

LANE G., RICKETTS R., 1984. How they feed for 20, 000 pounds of milk. Hoard's Dairyman, 129 (1), 15.

LEE K.L., FREEMAN A.E., JOHNSON L.P., 1985. Estimation of genetic change in the registered Holstein cattle population. *J. Dairy Sci.*, **68,** 2629-2638.

LIN C.Y., Mc ALLISTER A.J., Ng-Kwai-Hang., HAYES J.F., 1986. Effects of milk protein loci on first lactation production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **69,** 704-712.

LOSI G., MARIANI P., 1984. Significato technologico del polimorfismo delle protein del lattle nelle caseificazione a formaggio grana. *Industria del latte,* **20,** 23-53.

MAIJALA K., HANNA M., 1974. Reliable phenotypic and genetic parameters in dairy cattle. In : *Ist World Congress on genetics applied to livestock productions.* Madrid. Vol. 1. 541-563.

Mc CUTCHEON S.N., BAUMAN D.E., 1986. Effect of pattern of lactational performances of bovine growth hormone on lactational performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **69,** 38-43.

Mc LEAN D.M., GRAHAM E.R.B., PONZONI R.W., Mc KENZIE H.A., 1984. Effects of milk protein genetic variants on milk yield and composition. *J. Dairy Res.*, **51,** 531-546.

MARIANI P., LOSI G., RUSSOV V., CASTAGNETTI G., GRAZIA L., MORINI D., FOSSA E., 1976. Parmigiano-Reggiano cheesemaking experiments with milk characterized by casein variants A and B. *Sci. Tec. Latt. Casearia,* **27,** 208-227.

MILLER R.H., 1984. Traits for sire selection related to udder health and management. *J. Dairy Sci.*, **67,** 459-471.

MORAND-FEHR P., CHILLIARD Y., BAS P., 1986. Répercussions de l'apport de matières grasses dans la ration sur la production et la composition du lait de ruminant. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **64,** 59-72.

NATZKE R.P., 1981. Eléments of mastitis control. *J. Dairy Sci.*, **64,** 1431-1442.

NIEBEL E., FEWSON D., 1985. Improving milk and beef production potential within the purebred dual purpose cattle population. In : H. Krauslich et A. Lutterbach (Eds) *Adapting EEC cattle breeding programmes to market realities.* p.201-210. Office publications CEC Luxembourg.

NICHOLAS F.W., SMITH C., 1983. Increased rates of genetic change in dairy cattle by embryo transfer and splitting. *Anim. Prod.*, **36,** 341-353.

OLDENBROEK J.K., 1984. A comparison of Holstein Friesians, Dutch, Friesians and Dutch Red and Whites. I. Production characteristics. *Livest. Prod. Sci.*, **11,** 69-81.

OLDENBROEK J.K., VAN ELDIK P., 1980. Differences in feed intake between Holstein Friesian, Dutch Red and White and Dutch Friesian cattle. *Livest. Prod. Sci., 7,* 13-23.

O'CONNOR, BALDWIN R.S., ADAMS R.S., HUTCHINSON L.J.,

1985. An integrated approach to improving reproductive performance. *J. Dairy Sci.*, **68,** 2806-2816.

OSTERGAARD V., DANFAER A., DAUGAARD J., HINDHEDE J., THYSEN I., 1981. The effect of dietary lipids on milk production in dairy cows. Beretn Statens Husdyrbrugsforsog, nº 508.

OZIL J.P., HEYMAN Y., RENARD J.P., 1982. Production of monozygotic twins by micro-manipulation and cervical transfer in the cow. *Vet. Rec.*, **110,** 126-127.

PALMQUIST D.L., JENKINS T.C., 1980. Fat in lactation rations. *Rev. J. Dairy Sci.*, **63,** 1-14.

PEEL C.J., SANDLESS L.D., QUELCH K.J., HERINGTON A.C., 1985. The effects of long-term administration of bovine growth hormone on the lactational performance of identical-twin dairy cows. *Anim. Prod.*, **41,** 135-142.

PHILIPSSON J., 1981. Genetic aspects of female fertility in daiy cattle. *Livest. Prod. Sci.*, **8,** 307-319.

POUTREL B., 1982. Susceptibility to mastitis : a review of factors related to the cow. *Ann. Rech. Vet.*, **13,** 85-99.

REMOND B., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache. 2. Taux protéique : facteurs généraux. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **62,** 53-67.

RICHARD A.L., Mc CUTCHEON S.N., BAUMAN D.E., 1985. Responses of dairy cows to exogenous bovine growth hormone administered during early lactation. *J. Dairy Sci.*, **68,** 2385-2389.

SCOTT J.D.J., 1983. Efficiency of dairying under contrasting feeding and management systems in North America, Israël, Europe and New Zealand. In : *Proc. XIV International Grassland Congress.* Lexington U.S.A., 15-24 juin 1981, p. 843-846. Westerview Press. Boulder-Colorado.

SCHAEFFER L.R., 1981. Pedigree indexing of Holstein bulls used in artificical insemination. *Can. J. Anim. Sci.*, **61,** 261-269.

SEIDEL G.E., 1984. Application of embryo transfer and related technologies to cattle. *J. Dairy Sci.*, **67,** 2786-2796.

SHANKS R.D., FREEMAN A.E., BERGER P.J., KELLEY D.M., 1978. Effect of selection for milk production on reproductive and general health of the dairy cow. *J. Dairy Sci.*, **61,** 1765-1772.

STEUERNAGEL G.R., 1983. How top Minnesota dairymen differ from others. Hoards's Dairyman. June 25.

STORRY J.E., 1981. The effect of dietary fat on milk composition. In : W. Haresign (Ed) *Recent advances in animal nutrition.* 1981, 3-34, Butterworths. London.

SUTTON J.D., 1981. Concentrate feeding and milk composition. In : W. Haresign (Ed) *Recent advances in animal nutrition.* 1981, 35-48, Butterworths. London.

THOMSON D.J., BEEVER D.E., HAINES M.J., CAMMELL S.B., EVANS R.T., DHANOA M.S., AUSTIN A.R., 1985. Yield and composition of milk from Friesian cows grazing either perennial ryegrass or white clover in early lactation. *J. Dairy Res.*, **52,** 17-31.

TYRRELL H.F., BROWN A.C.G., REYNOLDS P.J., HAALAND G.L., 1982. Effect of growth hormone on utilization of energy by lactating Holstein cows. In : A. Ekern et F. Sundstol (Eds) *Energy metabolism of farm animals.* 46-49, Publ. 29 EAAP.

VAN ARENDONK J.A.M., WILKINK J.B.M., DIJKUIZEN A.A., 1985. Conséquences of a restriction of the herd milk production for the selection on milk, fat and protein. In : H. Kraüslich et A. Lutterback (Eds) *Adapting EEC cattle breeding programmes to market realities.* p. 211-220. Office publications CEC. Luxembourg.

VAN VLECK L.D., WESTELL R.A., SCHNEIDER J.C., 1986. Genetic changes in milk yield estimated from simultaneous genetic evaluation of bulls and cows. *J. Dairy Sci.*, **69,** sup. 1, 206 (Abs).

WOOLFORD M.W., COPEMAN P.J.A., NAPPER A.R., PHILLIPS D.S.M., WILLIAMSON J.H., ULJEE E.J., 1985. Milking intervals : are changes worthwhile ? *Proc. Ruakura Farmers' Conf.*, 1985, 120-128.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1987 (68) 63-78

L'évaluation et la sélection en France des taureaux de races à viande destinés à la monte naturelle.

I. Le contrôle individuel en centre d'évaluation (1)

F. MENISSIER*, J. GAILLARD** et G. RENAND*
avec la collaboration technique de Pascaline FOUCHER* et J.J. CHAMBEYRON*

** INRA, Centre de Recherches zootechniques, Station de Génétique quantitative et appliquée, 78350 Jouy-en-Josas*
*** ITEB, Centre de Recherches zootechniques, Section Amélioration génétique, 78350 Jouy-en-Josas*

I. Introduction

Jusqu'à ces dernières années l'amélioration génétique de la production de viande bovine était organisée pour une large part au plan collectif, par l'application des programmes de sélection des taureaux de races à viande destinés à l'insémination artificielle (FOULLEY et MENISSIER, 1982 ; MENISSIER et SAPA, 1982). Bien développée en France depuis fort longtemps, cette technique de reproduction facilite en effet la création et la diffusion du progrès génétique (MOCQUOT *et al.*, 1984). Néanmoins l'insémination artificielle est un mode de reproduction contraignant dans la plupart des systèmes de production de viande et la monte naturelle reste donc le mode dominant de reproduction dans les troupeaux allaitants français : 85 p.100 environ des femelles de races à viande en reproduction (tabl. 1). C'est pourquoi, en complément aux programmes de sélection des taureaux d'insémination artificielle, nous avons proposé l'organisation de programmes rationnels de sélection des taureaux destinés à la monte naturelle et adaptés aux conditions d'élevage françaises (FOULLEY et MENISSIER, 1978 ; MENISSIER, 1984). Ces programmes reposent sur les 3 étapes classiques d'évaluation et de sélection (fig. 1) : le choix sur ascendance à partir de l'indexation de leurs mères et de leurs pères, et de leurs performances en ferme, le choix sur performances individuelles avant sevrage en ferme puis après sevrage en station, et le choix sur descendance en ferme.

(1) Cet article a été rédigé à partir d'un rapport élaboré pour le Comité bovin de la Commission nationale d'Amélioration génétique (CNAG) en 1985 et d'une communication présentée à la 37ème réunion annuelle de la Fédération européenne de Zootechnie (1-4 septembre 1986, Budapest - Hongrie).

L'objet de cet article est de présenter le principe et la réalisation de l'évaluation sur performances individuelles en station des jeunes taureaux de races à viande destinés à la monte naturelle (fig. 1 - point A), mise en œuvre en France depuis quelques années. L'évaluation sur descendance (fig. 1 - point B) fera l'objet d'un autre article (SAPA et MENISSIER, 1987).

II. Principe

La sélection par contrôle individuel consiste simplement à comparer les performances d'un candidat à la sélection à celles de ses contemporains pour estimer sa valeur génétique compte tenu du déterminisme génétique de ces aptitudes. A partir de cette estimation il sera soit sélectionné comme géniteur, soit écarté de la sélection. Les aptitudes bouchères, directement ou indirectement appréciables sur le géniteur, sont suffisamment héritables chez les bovins pour que leur sélection sur performances individuelles puisse être techniquement et économiquement efficace (MENISSIER *et al.*, 1986). Cependant l'efficacité de ce mode de sélection dépend étroitement, outre du déterminisme génétique des caractères mesurés, des conditions selon lesquelles cette comparaison est effectuée :

- le nombre de taureaux contemporains (lot de comparaison ou d'évaluation) doit être suffisant pour obtenir une bonne précision dans l'évaluation de la valeur génétique du candidat à la sélection. De plus, le nombre de taureaux simultanément candidats à la sélection (série de sélection) doit être suffisant pour garantir que la valeur génétique moyenne des taureaux sélectionnés soit toujours supérieure à un seuil minimal fixé ;

TABLEAU 1

Importance de la monte naturelle dans le cheptel bovin de races à viande exploité en race pure en France

RACE :	Femelles en reproduction (1) : Nombre total :	P.100 exploitées en race pure :	P.100 en monte naturelle/exploitées en race pure :	Insémination artificielle (2) : Nombre d'I.A. 1ères en race pure :	P.100 des I.A. 1ères en race pure/ I.A. 1ères :	Estimation du nombre de taureaux de monte naturelle en service
CHAROLAISE....	1.200.000	> 90 %	87 %	131.000	16 %	60 à 70.000
LIMOUSINE.....	450.000	> 95 %	77 %	110.000	26 %	22 à 25.000
BLONDE D'AQUITAINE.....	200.000	> 95 %	40 %	122.000	51 %	3 à 5.000
SALERS.....	160.000	37 %	89 %	6.500	96 %	1800-2000
AUBRAC.....	55.000	25 %	90 %	> 1.500	~ 80 %	500-550
GASCONNE.....	20.000	75 %	90 %	1.700	98 %	400-500
Total	2.085.000	~ 90 %	~ 85 %	~ 373.000	~ 25 %	88 à 103.000

(1) : estimations obtenues à partir de sources d'origine et d'années diverses (1983-85)..
(2) : statistique UNCEIA 1984.

- le mode de conduite des taureaux contrôlés doit être adapté pour obtenir l'expression optimale des principales composantes des aptitudes bouchères sur lesquelles porte la sélection (capacité d'ingestion, efficacité alimentaire, croissance et composition du gain de poids, morphologie) (MENISSIER *et al.*, 1986). Ainsi, seul un niveau de croissance élevé assure une sélection efficace sur la croissance musculaire au travers de la sélection sur le gain de poids vif et l'efficacité alimentaire. Par ailleurs, la sélection de la capacité d'ingestion par le choix des taureaux sur leur gain de poids vif est d'autant plus importante que la concentration énergétique de la ration est plus faible et que l'aliment est distribué à volonté. De plus, l'expression de ces aptitudes est d'autant meilleure que la durée de contrôle est élevée ;

- l'homogénéité des conditions de contrôle est fondamentale pour garantir l'efficacité de l'évaluation et de la sélection. En premier lieu, cela implique la pratique d'une période d'adaptation parfaitement maîtrisée (durée et niveau de croissance) au cours de laquelle les différences de poids entre taureaux liées à des différences de conduite antérieure dans leurs élevages d'origine, soient réduites au minimum, notamment en laissant s'exprimer la croissance compensatrice (MENISSIER *et al.*, 1984). En second lieu, cela nécessite un allotement durant les contrôles, adapté aux différences à la fois d'âge (lot d'évaluation où les taureaux de même âge reçoivent des apports alimentaires identiques) et de poids (lot de conduite où les taureaux sont de poids équivalents pour éviter les compétitions alimentaires) ; ce qui n'est réalisable qu'avec un allotement en cases de faible effectif voire individuelles.

Si ces principes de sélection des aptitudes bouchères par contrôle individuel sont identiques quel que soit le mode d'exploitation des géniteurs, leur mise en œuvre pour sélectionner les taureaux de monte naturelle comporte des contraintes associées à ce mode de reproduction et des spécificités liées aux conditions d'élevage françaises (MENISSIER *et al.*, 1984 et 1986) qui nous ont conduit à retenir les solutions suivantes :

- les objectifs d'évaluation relatifs aux races allaitantes (potentiel de croissance musculaire, capacité d'ingestion et morphologie) impliquent donc l'obtention d'un niveau de croissance élevé à partir d'une ration à faible concentration énergétique distribuée à volonté et compatible avec l'utilisation ultérieure des taureaux pour la monte naturelle. Le système d'alimentation retenu pour cette évaluation est à base d'un fourrage grossier distribué à volonté avec une complémentation sous forme de concentré en quantité limitée mais suffisante pour atteindre un niveau de croissance élevé ;

- l'évaluation des taureaux se réalise en station ou « centre d'évaluation » regroupant des taureaux provenant de différents élevages, ce qui permet d'accroître l'efficacité de leur sélection par l'élargissement de la base de comparaison (LUSWETI et CURRAN, 1981). En effet, la faible taille de la plupart des élevages allaitants ne permet pas de disposer de suffisamment de contemporains pour obtenir une évaluation intra-troupeau précise. L'évaluation en station assure également le maximum d'homogénéité des conditions de contrôle dans la mesure où le protocole d'évaluation est suffisamment bien maîtrisé pour éliminer les effets dus aux différences antérieures de conduite entre troupeaux. Il convient de signaler que l'efficacité de ce regroupement en station n'est pas unaniment admise dans tous les pays d'élevage (BAKER *et al.*, 1984 ; WILTON et Mc WHIR, 1985 ; PARNELL *et al.*, 1986) ;

- les coûts et la durée des contrôles doivent être minima en raison notamment de la faible valorisation individuelle de ces taureaux de monte naturelle, de leur disponibilité réduite du sevrage à leur mise à la reproduction, et de la nécessité d'évaluer le plus grand nombre possible de géniteurs.

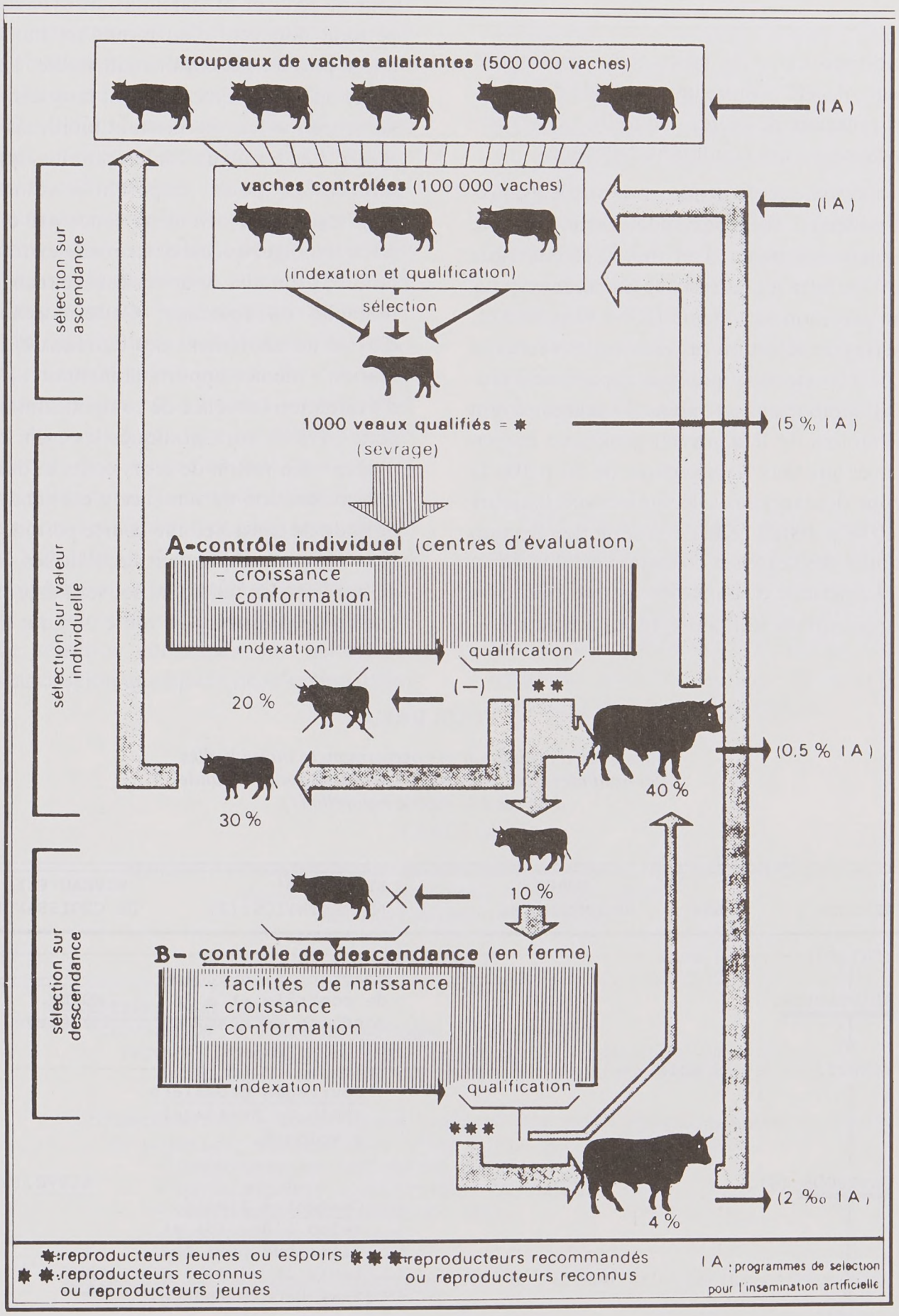


FIG. 1 : *Principe des programmes de sélection des taureaux de races à viande destinés à la monte naturelle*

III. Méthode

A partir d'un compromis entre les bases et les contraintes présentées précédemment, il a été élaboré une méthode d'évaluation et de sélection des taureaux de monte naturelle sur performances individuelles, adaptées à nos conditions d'élevage.

- Le protocole de contrôle recommandé en centre d'évaluation est résumé dans le tableau 2. Il est demandé, d'une part, que les lots d'évaluation soient composés d'au moins 15 taureaux contemporains (écarts d'âge intra lot maxima de 6 semaines) pour que l'évaluation ait une précision acceptable (R^2 = 93 p.100) et, d'autre part, que les séries de sélection (ensemble des taureaux simultanément candidats à la sélection, pouvant appartenir à plusieurs lots d'évaluation) comportent au moins 40 taureaux afin que les fluctuations aléatoires de leur niveau génétique moyen soient minimes et qu'avec un taux de sélection de 50 p.100 la valeur génétique moyenne des taureaux sélectionnés soit toujours supérieure (probabilité>98 p.100) à celle de la série de sélection (INRA, 1980). La conduite des taureaux en station est divisée en 3 périodes successives. La période d'adaptation est celle au cours de laquelle outre les interventions sanitaires, les taureaux reçoivent un régime alimentaire leur assurant un niveau de croissance moyen à élevé afin de s'adapter aux conditions ultérieures et surtout de réaliser le maximum de croissance compensatrice. Cette période doit être d'au moins un mois en sachant bien qu'une durée plus longue serait souhaitable. La période de contrôle doit durer au moins 4 mois durant lesquels les taureaux reçoivent une alimentation leur permettant un niveau de croissance élevé fixé *a priori*. Les taureaux contemporains, quelles que soient leurs différences de poids, disposent à volonté d'un aliment grossier (fourrage) et reçoivent un concentré en quantité limitée et fixée selon leur âge, qui est déterminée en fonction du poids moyen des taureaux, du niveau de croissance recherché et de la qualité nutritionnelle du fourrage. Cette conduite alimentaire implique d'avoir un allotement des taureaux d'abord sur l'âge (lot d'évaluation : mêmes apports alimentaires) puis sur le poids intra lot d'évaluation (absence de compétitions alimentaires). Au cours de cette période sont pratiqués les principaux contrôles de performances. En raison de leurs coûts et durée, aucun test d'aptitude à la production de semence n'est généralement réalisé. Après la période de contrôle, une courte période de « préparation à la sortie » est prévue pendant laquelle les résultats d'évaluation sont élaborés et les taureaux peuvent être conduits différemment en vue de les préparer à la vente ou pour la reproduction à la sortie.

TABLEAU 2

Protocole d'évaluation sur performances individuelles des aptitudes bouchères des taureaux de races à viande destinés à la monte naturelle (1)

PERIODE :	AGE :	DUREE RECOMMANDEE:	SYSTEME D' ALIMENTATION: (2)	NIVEAU FIXE DE CROISSANCE:
(ENTREE)	8 mois			
ADAPTATION.		1 MOIS.	Adaptation au régime de contrôle et à la conduite en station.	MOYEN à élevé.
(DEBUT)	9 mois			
CONTROLE (4).		4 MOIS.	Fourrages grossiers (Foin ou Ensilage) à volonté. + Concentré limité, selon l'âge (3) et distribué pour obtenir le niveau fixé de croissance.	ELEVE. (5)
(FIN)	13 mois			
PREPARATION.		2 semaines.	Réduction du concentré.	MOYEN.
(SORTIE)	13,5 mois			

(1) effectifs : au moins 40 taureaux par série d'évaluation, répartis par lot de comparaison (écarts d'âge maxima de 6 semaines) d'au moins 15 taureaux.

(2) Allotement par case ("lot de conduite") de 5 taureaux de poids comparable à l'intérieur d'un même groupe d'âge ("lot de comparaison").

(3) quantité déterminée en fonction de l'objectif de poids et gain poids moyens fixés pour la série d'évaluation, et identique pour les taurillons du même groupe d'âge.

(4) Pesées à l'entrée et mensuelle avec doubles pesées (début et fin de contrôle), pointages et mensurations (fin de contrôle, par expert agréé).

(5) : Normes fixées (CHAROLAISE=1400g/j ; LIMOUSINE=1200g/j ; SALERS=1300g ; GASCONNE=1200g/j ; AUBRAC=1100g/j).

- La méthode d'estimation de la valeur génétique des taureaux ou indexation (tabl. 3), identique à celle utilisée pour les taureaux d'insémination artificielle (MENISSIER *et al.*, 1986), se fait par comparaison des performances de chaque taureau à la moyenne de son lot d'évaluation (contemporains de même âge) et en utilisant des paramètres génétiques moyens déduits de la bibliographie (RENAND, 1983). L'expression de ces valeurs génétiques est standardisée en prenant pour base : 100 = valeur moyenne du lot d'évaluation et 20 points = 1 écart-type phénotypique pour les écarts à cette moyenne. L'indexation s'applique à la conformation et à la croissance. Les critères de conformations utilisés sont des combinaisons linéaires des notes de pointage ajustées pour l'âge et caractérisant soit le développement musculaire, soit le développement squelettique, soit les aptitudes fonctionnelles, soit les caractères spécifiques à la race. Pour la croissance, le critère d'indexation retenu est le poids à un an estimé par combinaison linéaire du poids à âge-type au début du contrôle (intra- ou -extrapolation de la vitesse de croissance depuis la naissance) et du gain de poids durant le contrôle selon des pondérations définies en fonction des paramètres génétiques de ces deux caractères (RENAND, 1983). Ce poids à un an ainsi estimé a une héritabilité supérieure au poids réel observé à un an. Les taureaux d'une série de sélection sont classés par ordre de mérite sur un indice de sélection combinant ces critères de conformation et de croissance selon un objectif de sélection défini pour chaque race.

- L'impact de cette évaluation dépend de l'utilisation différentielle des géniteurs en fonction de leur valeur génétique ainsi estimée. Il est donc demandé que les géniteurs jugés par les experts raciaux conformes au standard racial, aptes à la reproduction, et possédant un indice de sélection supérieur à la moyenne (indice>100), reçoivent une qualification raciale spécifique qui les recommandent comme géniteurs pour le renouvellement dans les troupeaux de sélection ; les tout meilleurs d'entre eux devant rejoindre prioritairement les programmes de sélection pour l'insémination artificielle. Quant aux autres taureaux (indice<100), il est recommandé d'éliminer ceux ayant les plus mauvais résultats d'évaluation et de restreindre l'utilisation de ceux qui restent à la procréation de bovins destinés à la boucherie. Les proportions respectives de chacune de ces catégories dépendent en fait de l'importance de la sélection réalisée lors du recrutement des taureaux au moment du sevrage.

De tels centres d'évaluation peuvent être mis en œuvre par tout organisme capable de maîtriser techniquement le protocole d'évaluation. Cependant, ils doivent être encadrés techniquement par l'ITEB qui assure les contrôles et l'évaluation. L'INRA se charge de l'appui méthodologique et de la centralisation *a posteriori* des informations pour s'assurer de la bonne marche et de l'efficacité de l'évaluation réalisée.

TABLEAU 3

Méthode d'estimation de la valeur génétique des taureaux de races à viande destinés à la monte naturelle à l'issue du contrôle individuel en centre d'évaluation

* CRITERES EVALUES :

."CROISSANCE" = Poids à âge-type final (PATF).

PATF = a.(Poids à âge-type au début de la phase de contrôle) + b.(gain de poids vif durant la phase de contrôle).

."CONFORMATION" = Combinaison linéaire des notes spécifiques de la grille de pointage, ajustée pour l'âge intra lot de comparaison.

- DEVELOPPEMENT MUSCULAIRE (DM),
- DEVELOPPEMENT SQUELETTIQUE (DS),
- APTITUDES FONCTIONNELLES (AF),
- QUALITES DE RACE (QR).

* ESTIMATION DE LA VALEUR GENETIQUE (VG) DU TAUREAU (i) POUR LE CRITERE (X) :

$$VG_i = \left[(X_i - \overline{X}_.) \times h^2 \times \frac{20}{\sigma_{ph}} \right] + 100 \qquad (2)$$

* INDICE DE SELECTION (I) POUR LE TAUREAU (i) :

$$I_i = 100 + \left[k_1 \frac{(PATF_i - \overline{PATF}_.)}{\sigma_{PATF}} + k_2 . \frac{(DM_i - \overline{DM}_.)}{\sigma_{DM}} + k_3 . \frac{(DS_i - \overline{DS}_.)}{\sigma_{DS}} - k_4 . \frac{(PN_i - \overline{PN}_.)}{\sigma_{PN}} \right] \quad (3)$$

* QUALIFICATION RACIALE :

QUALIFIABLE si $I_i \geqslant 100$ (environ 50 p.100 des taureaux).

(1) : b est fonction de la durée de contrôle. Le poids à âge début de contrôle est obtenu par le poids au début du contrôle et la croissance de la naissance au début de la phase de contrôle.

(2) : $h^2 = 0,33$ pour PATF et $h^2 = 0,30$ pour DM, DS, AF et QR.

(3) les coefficients k sont fonction de l'objectif de sélection retenu.

IV. Réalisation

A l'aide des informations recueillies jusqu'en 1985, disponibles sous des formes diverses et parfois incomplètes, nous avons établi un bilan technique sur le fonctionnement des centres d'évaluation sur performances individuelles des taureaux de monte naturelle.

1. Caractéristiques des centres d'évaluation (tabl. 4)

Les premiers centres d'évaluation ont été mis en place en races rustiques, d'abord en race Gasconne avec 2 implantations fonctionnant conjointement (1968-69 puis 1975-76) puis en race Aubrac (1979-80), et plus récemment en race Salers (1981-82). Leur base géographique de recrutement correspond à celle du berceau de race. Les maîtres d'ouvrage sont généralement les organisations raciales qui gèrent et animent ces centres. Pour 2 d'entre eux, les taureaux contrôlés sont d'ailleurs la propriété de ces organisations qui en assurent la diffusion après sélection sur performances individuelles. Leur capacité actuelle de contrôle (150 à 200 taureaux) correspond approximativement aux possibilités de diffusion commerciale annuelle de ces races sans pour autant couvrir l'ensemble des besoins potentiels en géniteurs pour les élevages de sélection (tabl. 1), notamment en race Salers voire en race Aubrac. Bien que généralement souhaité par les organisations raciales, l'accroissement du nombre de taureaux contrôlés se heurte aux coûts de ces contrôles pour les éleveurs de races rustiques.

Après quelques initiatives de groupes d'éleveurs sélectionneurs (ELPA et ATRC respectivement en race Limousine et Charolaise), ce n'est qu'à partir de 1980-81 et surtout 1983-84 que se sont mis en place des centres d'évaluation pour les taureaux de races à viande spécialisées : 6 centres d'une capacité totale de 300 places environ pour la race Charolaise et 2 centres pour la race Limousine pouvant contrôler environ 450 taureaux. Cette capacité de contrôle représente encore moins du quart des besoins en géniteurs pour les troupeaux de sélection de ces races. Pour la race Limousine le principal maître d'ouvrage est le livre généalogique associé aux différents fournisseurs et utilisateurs de géniteurs (station nationale de qualification de la race Limousine). Pour la race Charolaise les maîtres d'ouvrage sont diversifiés et non fédérés par l'association raciale. Ils sont composés soit à dominante d'utilisateurs de reproducteurs (éleveurs et groupements de producteurs), soit à dominante de naisseurs (éleveurs et groupements de producteurs de reproducteurs), soit de divers organismes locaux d'élevage. Ceci explique leur diversité de structure, de mode de fonctionnement et de base de recrutement. Cette atomisation des centres Charolais diminue d'autant les possibilités de comparaison des taureaux entre zones.

Ce sont donc 11 centres d'évaluation qui fonctionnaient en 1985 pour évaluer annuellement de 800 à 1000 taureaux de monte naturelle en races à viande. A ce total il conviendrait d'ajouter aujourd'hui les taureaux Charolais des quelques Centres créés depuis cette date ainsi que ceux de race Maine-Anjou passant en station de contrôle individuel et destinés à l'insémination artificielle mais dont une partie devrait maintenant être disponible pour la monte naturelle. Seule la race Blonde d'Aquitaine pour laquelle la taille des troupeaux reste faible et l'insémination artificielle développée, ne dispose pas de centres d'évaluation.

2. Recrutement des taureaux à évaluer (tabl. 4,5,6)

De façon générale, le recrutement des taureaux se fait d'abord par présélection selon des normes d'ascendance et de performances jusqu'au sevrage fixées par les maîtres d'ouvrage, puis par choix des veaux mâles proposés par une commission d'éleveurs et de techniciens. Les modalités et critères effectivement pris en compte sont extrêmement diversifiés selon les centres.

En races rustiques où le maître d'ouvrage est l'organisme racial, le recrutement s'appuie généralement sur l'ensemble de la base de sélection (livre généalogique, contrôle de performances, fichier racial) pour réaliser une présélection des mâles par un choix sur ascendance maternelle privilégiant les qualités maternelles et par la recherche d'origines diversifiées en raison des faibles effectifs de ces races. Le choix définitif des mâles est ensuite pratiqué en élevage sur leurs propres performances. Le degré de maîtrise de ce recrutement est fonction de l'état d'organisation de la base de sélection de la race (état civil, contrôle de performances, qualification et fichier racial). Nous ne disposons pas de données objectives pour mesurer l'importance réelle de cette présélection en races rustiques.

En race Limousine, et plus particulièrement pour la station nationale limousine, les normes de présélection des veaux mâles correspondent à celles de la qualification raciale « espoir » décernée au sevrage (croissance supérieure à la moyenne de l'élevage et conformation supérieure à la moyenne de la race). Les mâles ainsi proposés sont ensuite choisis par des commissions locales au vu de leurs performances et de leur type. En race Charolaise, la diversité des maîtres d'ouvrage et la base géographique restreinte des centres, font que le choix des veaux mâles ne porte généralement pas sur l'ensemble de la base de sélection (modalités restrictives de la part de certains maîtres d'ouvrage) et se pratique après une présélection réduite en s'appuyant plus sur la réputation des ascendants et des élevages que sur les performances des veaux. Plus les centres sont animés par les naisseurs, plus la base de recrutement semble restreinte et le choix fait appel à l'inscription au livre généalogique et aux origines ; alors que pour les centres où les utilisateurs de reproducteurs sont plus présents, le recrutement est plus ouvert et se réalise davantage sur les performances des individus. Cependant que ce soit en race Charolaise ou en race Limousine, les performances au sevrage des veaux évalués dans les centres (tabl. 5 et 6) sont nettement supérieures à celles de l'ensemble des veaux mâles contrôlés en ferme (+1 écart-type environ). Bien que les qualités maternelles des mères ne soient pas prioritairement considérées dans le choix des veaux mâles, les valeurs génétiques de leurs mères (tabl. 7 et 8) sont généralement supérieures à celles de leurs contemporaines d'environ +1/2 et +1/3 d'écart-type d'indice respectivement pour le poids à 4 mois et pour la conformation au sevrage des veaux. Toutefois cette supériorité moyenne reste généralement en-dessous des normes requises par la qualification raciale des reproductrices dans ces races.

Tout laisse à penser qu'en races à viande spécialisées, le choix des mâles à évaluer correspond davantage à une sélection effective sur leurs performances au sevrage, alors qu'en races rustiques la sélection sur les qualités maternelles et plus particulièrement la fertilité des mères prend une place plus importante dans le recrutement des mâles.

TABLEAU 4

Caractéristiques des centres d'évaluation sur performances individuelles des taureaux de races à viande destinés à la monte naturelle (situation 1985)

RACE :	RACES RUSTIQUES :			RACES A VIANDE SPECIALISEES :							
	AUBRAC :	GASCONNE :	SALERS:	CHAROLAISE:	CHAROLAISE:	CHAROLAISE:	CHAROLAISE:	CHAROLAISE:	CHAROLAISE:	LIMOUSINE:	LIMOUSINE:
*FONCTIONNEMENT:											
.Lieu (département).....	12	81+09	15	71	58	21	89	51	15	87	19
.Année de début.....	1979-80	1968-69	1981-82	1983-84	1983-84	1983-84	1980-81	1982-83	1983-84	1983-84	1981-82
.Capacité(taureaux/an)..	60-70	45-60	40-50	60-70	40	30-40	50-60	40-50	60	400	50
.Maître d'ouvrage(1)....	Race	Associa.	Race	Associa.	Associa.+Race	Associa.	Associa.+CIA	Associa.	CIA+Associa.	Associa.+Race	Associa.
.Propriété des taureaux(2)	Race	Associa.	Eleveur	Eleveur	Eleveur	Eleveur	Associa. +C I A	Associa.	C I A + Associa.	Eleveur	Eleveur
*RECRUTEMENT :											
.Zone(3).....	Berceau	Berceau	Berceau	Local	Local	Local	Local	Local+ Berceau	Berceau	National	Local
.Elevage(4).....	Base sél.	Base sél.	Base sél.	Base sél.	Base sél.	Base sél.	Base sél.+ Hors base	base sél.+ Hors base	Base sél.+ Hors base	Base sél.	Base sél.+ Hors base
.Priorité du choix(5):											
-élevage origine.....	++	++	+	++	+++	++	+	.	.	.	.
-ascendants.....	+++	++	++	++	+	+	+++	+++	.	++	++
-individu.....	++	++	+	+++	++	++	++	++	+++	+++	+++
.Critères de choix(5):											
-croissance.....	+	+	+	+	+	+	++	++	++	+++	+++
-type(conformation).....	++	++	+			+++	+++	+++	+++	+++	+++
-qualités maternelles...	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	.	++	+
*DIFFUSION (6):.....	Vente +I.A.	Vente +I.A.	Vente	Vente +I.A.	Vente +I.A.	Vente	Vente +I.A.	Vente	Vente +I.A.	Vente +I.A.	Vente +I.A.

(1) : Race = Livre généalogique, Unité de Promotion de la race ou association raciale.
Associa. = Association de forme juridique diverse, d'éleveurs participant à l'évaluation.
C.I.A. = Centre de production de semence et d'insémination artificielle.
(2) : le propriétaire du taureau en évaluation est soit l'éleveur ("éleveur") soit le maître d'ouvrage (voir (1)).
(3) : Berceau = Berceau d'origine et d'implantation de la race. Local = Région d'implantation du Centre d'évaluation.
National = Tout le territoire français (Berceau d'origine et zones d'extension).
(4) : Base sél. (base de sélection) = élevages inscrits au livre généalogique et adhérents aux contrôles de performances en ferme.
hors base = élevages non inscrits au livre généalogique mais adhérents aux contrôles de performances en ferme.
(5) : importance relative croissante avec le nombre de "+".
(6) : Vente = Vente publique organisée sous des formes diverses. I.A. = Vente aux centres de production de semence (avec ou sans préemption possible).

TABLEAU 5

Performances des taureaux de monte naturelle contrôlés en centre d'évaluation
(moyenne brut ± écart type) - *race limousine*

Race (Centre) :	LIMOUSINE (87)	LIMOUSINE (19)
Période :	1983-84 à 1984-85	1983-84 à 1984-85
Nombre de taureaux controlés :....	619	93
Allotement (taureaux/case):.....	8	6-8
Fourrage : -Type.....	Foin	Foin
: -distribution.....	à volonté	à volonté
*INDICES DES MERES(1)(2) :		
-Poids à la naissance (kg).....	+ 0,13 ± 0,73	- 0,00 ± 0,71
-Poids à 120 jours (kg).....	+ 2,2 ± 3,8	+ 0,4 ± 4,2
-Développement musculaire(pts)..	+ 0,6 ± 1,4	+ 0,2 ± 1,7
-Développement squelettique(pts)	+ 0,6 ± 1,2	+ 0,1 ± 1,1
*NAISSANCE-SEVRAGE(2) :		
-Poids à la naissance (kg).....	40,3 ± 3,7	40,4 ± 3,5
-Poids à 180 jours (kg).....	255 ± 21	-
-Développement musculaire(pts)..	67,6 ± 7,4	-
-Développement squelettique(pts)	66,1 ± 6,4	-
*ADAPTATION :		
-Age début (jours).....	256 ± 22	249 ± 22
-Poids début (kg).....	338 ± 33	337 ± 27
-Durée (jours).....	30,0 ± 4,7	33,0 ± 1,0
-vitesse de croissance(g/j).....	889 ± 607	890 ± 305
*CONTROLE :		
-Age début (jours).....	286 ± 23	282 ± 22
-Poids début (kg).....	364 ± 37	366 ± 29
-Durée (jours).....	99,6 ± 16,0	99,9 ± 12,6
-Vitesse de croissance (g/j)....	1030 ± 187	1002 ± 143
-Poids à 400 jours (kg).....	480 ± 37	484 ± 25 (3)
-Développement musculaire(pts)..	50,3 ± 14,0	58,3 ± 6,6 (3)
-Développement squelettique (pts)	47,3 ± 14,0	61,1 ± 8,7 (3)
-Aptitudes fonctionnelles(pts)..	43,3 ± 16,2	55,5 ± 5,5 (3)
-Qualités de race (pts).....	38,9 ± 22,0	58,7 + 8,5 (3)

(1): valeurs génétiques individuelles des mères pour les qualités maternelles en écart (kg ou points) à leurs contemporaines.
(2): données incomplètes pour certains taureaux.
(3): données de la dernière année seulement.

3. Contrôle des performances en centre d'évaluation (tabl. 5, 6, 7 et 8)

La maîtrise de la conduite des taureaux en centre d'évaluation est quelque peu variable entre centres par rapport au protocole général recommandé.

Seuls 3 centres contrôlent des effectifs annuels importants (Aubrac, Station nationale limousine et Charolais-71). Les autres atteignent tout juste les normes recommandées, 3 d'entre eux sont même en dessous des effectifs minima. Il semble qu'actuellement la plupart des centres accroissent leurs effectifs annuels contrôlés pour passer au-delà de ces minimas.

La plupart des centres charolais et de races rustiques tendent à raccourcir la période d'adaptation proposée (4 semaines) excepté en race Salers pour laquelle cette durée a été considérablement allongée au détriment de celle de la période de contrôle, en raison des différences importantes de conduite entre troupeaux de cette race (systèmes laitiers, allaitants et mixtes). De plus, les niveaux de croissance réalisés en adaptation sont souvent trop faibles (moins de 900 g / jour dans les Centres limousins par exemple). La maîtrise de cette phase d'adaptation est pourtant essentielle pour le contrôle de la croissance durant la période suivante comme nous l'avons rappelé précédemment et comme le montrent les corrélations négatives entre la vitesse de croissance avant l'entrée en centre d'évaluation et celle durant l'adaptation (tabl. 8) qui traduisent l'existence de croissance compensatrice durant l'adaptation. Le fait que la vitesse de croissance durant la phase de contrôle est plutôt indépendante du poids de début de contrôle alors qu'il devrait exister une corrélation plutôt positive en raison des liaisons génétiques positives entre ces deux critères (RENAND, 1983 ; MENISSIER *et al.*, 1986), est une indication que toute la croissance compensatrice n'est pas réalisée au début du contrôle. En effet, la croissance compensatrice peut induire des liaisons environnementales négatives entre la croissance avant contrôle et celle durant le contrôle, réduisant ainsi l'efficacité de la sélection sur performances individuelles (MENISSIER *et al.*, 1984).

Hormis pour les centres aubrac et gascon, la durée de la période de contrôle est plus proche de 100 jours que des 4 mois recommandés. Ceci résulte du désir des maîtres d'ouvrage de commercialiser le plus tôt possible les taureaux au printemps avant que les utilisateurs n'aient fait leur choix pour la campagne de reproduction qui va débuter. Le niveau de croissance atteint durant la période de contrôle est généralement inférieur à celui recommandé surtout pour les centres de races à viande spécialisées ; ce qui doit limiter l'expression des différences entre tau-

TABLEAU 6

Performances des taureaux de monte naturelle contrôlés en centre d'évaluation
(moyenne brute + écart type) - *race charolaise*

Race (Centre) :	CHAROLAISE(71)	CHAROLAISE(58)	CHAROLAISE(21)	CHAROLAISE(89)	CHAROLAISE(51)	CHAROLAISE(15)
Période :	1984-85	1984-85	1984-85	1984-85	1984-85	1984-85
Nombre de taureaux controlés :	63	38	39	53	41	60
Allotement (taureaux/case):	6	9-10	6-8	17-18	6-9	20
Fourrage : -Type	Ensilage foin	Foin	Foin	Foin/divers	Foin/divers	Foin/divers
: -distribution	limité	limité	limité	limité	limité	limité
*INDICES DES MERES(1)(2) :						
-Poids à la naissance (kg)	+ 0,26 ± 1,02	+ 0,01 ± 0,78	- 0,29 ± 1,55	+ 0,43 ± 1,15	+ 0,46 ± 1,08	- 0,04 ± 1,06
-Poids à 120 jours (kg)	+ 3,8 ± 5,1	+ 2,3 ± 4,3	+ 1,5 ± 4,8	+ 0,9 ± 5,2	+ 2,6 ± 4,5	+ 3,1 ± 4,4
-Développement musculaire(pts)	+ 0,5 ± 1,7	+ 0,6 ± 1,4	+ 0,1 ± 1,4	+ 0,5 ± 1,4	+ 0,9 ± 1,5	+ 1,6 ± 1,8
-Développement squelettique(pts)	+ 0,7 ± 1,3	+ 0,8 ± 0,8	- 0,3 ± 1,2	+ 0,8 ± 1,4	+ 1,0 ± 1,5	+ 0,4 ± 1,2
*NAISSANCE-SEVRAGE(2) :						
-Poids à la naissance (kg)	49,1 ± 5,6	48,1 ± 6,3	48,5 ± 5,1	46,9 ± 6,3	50,4 ± 5,9	48,3 ± 5,8
-Poids à 210 jours (kg)	324 ± 33	338 ± 29	319 ± 31	311 ± 36	325 ± 28	323 ± 34
-Développement musculaire(pts)	69,5 ± 9,0	71,9 ± 4,6	68,8 ± 5,8	73,5 ± 4,2	67,6 ± 7,4	74,6 ± 7,3
-Développement squelettique(pts)	70,1 ± 5,1	73,4 ± 4,8	67,9 ± 5,5	72,7 ± 4,1	73,1 ± 6,3	67,6 ± 6,7
*ADAPTATION :						
-Age début (jours)	249 ± 24	266 ± 22	245 ± 23	281 ± 30	268 ± 28	277 ± 25
-Poids début (kg)	388 ± 39	-	371 ± 38	385 ± 51	390 ± 49	420 ± 42
-Durée (jours)	25	22	24	30	31	34
-vitesse de croissance(g/j)	1309 ± 407	-	1123 ± 582	1386 ± 591	1630 ± 634	881 ± 366
*CONTROLE :						
-Age début (jours)	274 ± 24	288 ± 22	269 ± 23	312 ± 30	299 ± 28	314 ± 25
-Poids début (kg)	412 ± 38	438 ± 38	398 ± 37	427 ± 47	441 ± 48	450 ± 41
-Durée (jours)	99	99	95	100	101	98
-Vitesse de croissance (g/j)	1290 ± 188	1133 ± 176	1177 ± 155	1165 ± 280	1347 ± 216	1377 ± 219
-Poids à 400 jours (kg)	575 ± 42	565 ± 32	552 ± 36	527 ± 47	575 ± 37	569 ± 42
-Développement musculaire(pts)	74,3 ± 5,8	74,4 ± 5,0	73,8 ± 3,6	70,6 ± 7,1	67,7 ± 6,3	73,9 ± 7,2
-Développement squelettique(pts)	73,3 ± 5,7	74,0 ± 6,8	72,0 ± 3,5	70,0 ± 5,0	68,6 ± 6,6	66,6 ± 7,5
-Qualités de race (pts)	69,4 ± 4,8	75,2 ± 6,6	72,8 ± 4,0	67,5 ± 5,4	66,8 ± 7,4	64,4 ± 7,7

(1): valeurs génétiques individuelles des mères pour les qualités maternelles, en écart (kg ou points) à leurs contemporaines.
(2): données incomplètes pour certains taureaux.

reaux. Ceci est le fait soit d'une maîtrise insuffisante de l'alimentation soit d'une volonté des maîtres d'ouvrage qui craignent les effets néfastes d'une trop forte croissance sur l'aptitude ultérieure des taureaux à la reproduction. La plupart des régimes alimentaires sont à base de foin proposé à volonté ou légèrement limité, avec une complémentation limitée selon l'âge comme le prévoit le protocole, pour les centres limousins et ceux des races rustiques. Par contre, les centres charolais s'éloignent sensiblement de ces principes d'alimentation en restreignant plus ou moins le fourrage grossier disponible et en limitant la complémentation plutôt en fonction du poids que de l'âge. La sélection sur les gains de poids obtenus dans ces conditions est donc moins efficace.

4. Indexation et qualificiation raciale des taureaux
(tabl. 9 et 10 et fig. 2)

La mise en œuvre de l'indexation et de la qualificiation raciale des taureaux évalués diffère notablement selon les races.

Pour les centres des races rustiques, il n'y a pas de calcul de valeurs génétiques à la fin des contrôles. Cependant les performances de chaque taureau sont comparées à la moyenne de la série de sélection et, dans certains cas, exprimées sous forme d'écarts réduits (écarts à la moyenne divisés par l'écart-type de la distribution). A l'aide de ces informations, une commission d'éleveurs et de techniciens de la race qualifie les taureaux évalués selon 3 destinations possibles : à éliminer de la reproduction, recommandé pour la monte naturelle, proposé pour l'insémination artificielle. C'est ainsi que 69, 81 et 73 p.100 des taureaux évalués respectivement en race Aubrac, Gasconne et Salers ont été qualifiés comme géniteurs recommandés pour le renouvellement de ces races par monte naturelle ou par insémination artificielle. Du fait de ce mode de qualification et de cette faible pression de sélection, la supériorité de valeur génétique des taureaux qualifiés par rapport à ceux mis en évaluation, reste assez faible à la fois pour la croissance et pour la conformation (environ +1 à +2 points d'indice soit +0,05 à +0,10 écart-type phénotypique).

En race Limousine, l'indexation est réalisée strictement selon le protocole recommandé. L'indice global de sélection pour le classement des taureaux est défini selon les objectifs de la race sur la base d'un progrès génétique relatif maximum et équivalent pour la croissance et le développement squelettique, avec un progrès génétique plus faible pour le développement musculaire (80 p.100 du maximum) et une limitation de 50 p.100 du progrès génétique sur le poids à la naissance lié à la sélection sur les autres caractères. La qualification raciale décernée par les experts du livre généalogique à la station nationale et exceptionnellement au centre A.B.L., s'appuie sur ces valeurs génétiques : les taureaux les mieux classés et correspondant le mieux au type racial, sont qualifiés « reproducteurs jeunes », c'est-à-dire recommandés pour le renouvellement dans les élevages de sélection. Sur les 619 taureaux évalués à la station nationale, 40 p.100 ont ainsi été qualifiés. Ils possèdent une valeur génétique un peu supérieure à celle de l'ensemble des taureaux évalués pour la croissance et pour la conformation (+2 à +3 points d'indice soit +0,10 à +0,15 écart-type phénotypique).

Pour les centres charolais, l'élaboration des résultats a généralement été assurée par les maîtres d'ouvrage sur des bases extrêmement diverses quant aux critères, méthodes de calcul, indice de classement, expression des résultats. Seuls 3 centres ont utilisé des méthodes s'approchant le plus de celles recommandées. La qualification raciale (« reproducteur reconnu 1er degré ») est établie par le Centre Technique Charolais au vu des résultats d'évaluation et uniquement pour les taureaux inscrits au

TABLEAU 7

Performances des taureaux de monte naturelle contrôlés en centre d'évaluation
(moyenne brute ± écart type) - races rustiques

Race (Centre) :	AUBRAC (12)	GASCONNE (81,09)	SALERS (15)
Période :	1979-80 à 1984-85	1978-79 à 1984-85	1981-82 à 1984-85
Nombre de taureaux controlés :.	375	250	135
Allotement (taureaux/case):....	individuel	10-15	7-8
Fourrage : -Type.....	Foin	Foin/ensilage	Foin
: -distribution.....	limité	à volonté	à volonté
*ADAPTATION :		(1)	
-Age début (jours).....	-	204	274 ± 18
-Poids début (kg).....	-	231	306 ± 34
-Durée (jours).....	(2 à 3 semaines)	31	56,4 ± 1,1
-vitesse de croissance(g/j)..	-	656	1071 ± 225
*CONTROLE :			
-Age début (jours).....	282 ± 22	258	330 ± 17
-Poids début (kg).....	321 ± 32	267	366 ± 33
-Durée (jours).....	110,7 ± 6,6	120	63,8 ± 12,5
-Vitesse de croissance (g/j).	1028 ± 196	1011	1259 ± 198
-Poids à 1 an (kg).....	444 ± 37	388	451 ± 32
-Développement musculaire (pts).....	61,0 ± 8,6	36,9	46,0 ± 5,2
-Développement squelettique (pts).....	68,2 ± 5,6	67,2	71,8 ± 6,1
-Aptitudes fonctionnelles (pts).....	-	-	72,5 ± 6,3
-Qualités de race (pts).....	59,7 ± 9,6	-	22,4 ± 2,3

(1) : résultats provenants de 2 centres avec des données incomplètes pour certains taureaux.

TABLEAU 8

Relations entre la croissance durant les différentes périodes de contrôle sur performances individuelles en centres d'évaluation des taureaux de monte naturelle de races à viande

RACE (Centre) :	RACES RUSTIQUES :			RACES A VIANDE SPECIALISEES :	
	AUBRAC(12):	GASCONNE(09,81):	SALERS(15):	LIMOUSINE(87,19):	CHAROLAISE(71,58,21, 89,51,15):
Nombre:Série x Année x Centre:.....	6	7	4	5	6
:Taureaux contrôlés(1):.....	375	231	135	667	293
*CARACTERISTIQUES(2):		(4)			
Croissance:Naissance-entrée (g/j).....	-	-	967 ± 109	1159 ± 99	1303 ± 135
Poids à l'entrée (kg).....	-	-	303 ± 31	358 ± 29	383 ± 39
Durée d'adaptation (j).....	(2-3 semaines)	(4-8 semaines)	56	33 ± 0,5	29
Croissance en adaptation (g/j).....	-	656	1071 ± 198	1011 ± 472	1298 ± 510
Poids début du contrôle (kg).....	320 ± 29	-	364 ± 30	390 ± 31	418 ± 38
Durée de contrôle (j).....	111 ± 0,3	112	63	111 ± 0,3	99
Croissance en contrôle (g/j).....	1030 ± 157	917	1259 ± 177	1052 ± 167	1236 ± 212
*CORRELATIONS(3):					
-Croissance en adaptation:					
/Poids à la naissance.....	-	-	-	+ 0,07	+ 0,02
/Poids à l'entrée.....	-	-	- 0,29 (*)	- 0,11 (*)	- 0,28 (*)
/Poids début du contrôle.....	-	-	+ 0,08	+ 0,35 (*)	+ 0,10
/Croissance: naissance-entrée.....	-	+ 0,18	- 0,29 *)	- 0,19 (*)	- 0,29 (*)
-Croissance en contrôle :					
/Poids à la naissance.....	-	-	-	+ 0,10 (*)	+ 0,09
/Poids à l'entrée.....	-	-	- 0,11	- 0,02	- 0,03
/Poids début du contrôle.....	- 0,08	+ 0,38	- 0,03	+ 0,02	- 0,03
/Croissance en adaptation.....	-	+ 0,19	+ 0,22 (*)	+ 0,09 (*)	+ 0,05
/Croissance: naissance-début.....	- 0,13 (*)	-	- 0,04	+ 0,01	- 0,09

(1) : Données incomplètes pour certaines variables de la période avant contrôle en station.
(2) : moyenne ± écart type résiduel, ajustés pour l'année x série, la période de naissance et le centre.
(3) : entre valeurs résiduelles (* : significativement différent de O, au seuil de probabilité α=0,05).
(4) : résultats partiels extraits de GAJAN (1982) - corrélations non comparées à O.

TABLEAU 9

Performances des taureaux qualifiés et des taureaux diffusés par rapport à celles des taureaux évalués en centre d'évaluation sur performances individuelles pour les taureaux de monte naturelle en races rustiques

Race :	AUBRAC				GASCONNE				SALERS			
Période :	1979-80 à 1984-85				1978-79 à 1984-85				1981-82 à 1984-85			
Groupe :	Evalués:	Qualifiés (3):	Diffusés(3): m.n.:	I.A.:	Evalués:	Qualifiés (3):	Diffusés(3): m.n.:	I.A.:	Evalués:	Qualifiés (3)	Diffusés(3): m.n.:	I.A.:
Nombre de taureaux :	375	260	192	14	256	208	134	22	135	98	91	0
(p.100)	(100)	(69)	(51)	(4)	(100)	(81)	(52)	(9)	(100)	(73)	(73)	(0)
Performances en contrôle (1) :												
.Vitesse de croissance (g/jour):...	1030±157	+24	+21	+118	1011± -	-	+63	+247	1259±177	+26	+26	-
	(100)	(+1)	(+1)	(+5)	(100)		(+2)	(+9)	(100)	(1)	(+1)	
.Poids à 1an (2) (kg):.....	443±33	+ 7	+ 8	+41	388± -	-	+ 9	+ 47	450±31	+ 9	+ 9	-
	(100)	(+1)	(+1)	(+7)	(100)		(+2)	(+9)	(100)	(+2)	(+2)	
.Développement musculaire (pts):...	61,2±8,5	+2,2	+3,1	+4,9	36,9± -	-	+0,6	+2,2	46,1±4,9	+1,4	+1,4	-
	(100)	(+2)	(+2)	(+3)	(100)		(+1)	(+3)	(100)	(+2)	(+2)	
.Développement squelettique (pts):.	68,0±4,6	+1,0	+0,9	+3,9	67,2± -	-	+0,5	+2,1	71,9±5,8	+1,7	+1,7	-
	(100)	(+1)	(+1)	(+5)	(100)		(+0)	(+2)	(100)	(+2)	(+2)	
.Aptitudes fonctionnelles (pts):...	-	-	-	-	-	-	-	-	72,5±5,3	+1,3	+1,3	-
									(100)	(+2)	(+2)	
.Qualités de race (pts):.....	59,9±9,1	+1,5	+1,2	+6,8	-	-	-	-	22,4±2,1	+0,6	+0,6	-
	(100)	(+1)	(+1)	(+4)					(100)	(+1)	(+1)	

(1): moyennes ajustées pour la série et le groupe d'âge, et écart-type résiduel pour les races Salers et Aubrac. (-): valeur génétique standardisée.
(2): poids à 400 jours pour l'Aubrac et la Salers, à 365 jours pour la Gasconne.
(3): en écarts à la moyenne des taureaux évalués - informations non disponibles pour la race Gasconne.
Evalués = taureaux ayant terminé les contrôles ; Qualifiés = taureaux ayant reçu une recommandation raciale pour être utilisé comme géniteur ;
Diffusés = taureaux vendus ou repris volontairement par leurs naisseurs, pour la reproduction par monte naturelle (m.n.) ou insémination artificielle (I.A.).

TABLEAU 10

Performances des taureaux qualifiés et des taureaux diffusés par rapport à celles des taureaux évalués en centre d'évaluation sur performances individuelles pour les taureaux de monte naturelle en races à viande spécialisées

Race :	CHAROLAISE				LIMOUSINE			
Centre (département) :.....	(89,21,58,71)				(87)			
Période :	1984-85				1983-84 à 1984-85			
Groupe :	Evalués:	Qualifiés (3):	Diffusés(3): m.n.:	Diffusés(3): I.A.:	Evalués:	Qualifiés (3):	Diffusés(3): m.n.:	Diffusés(3): I.A.:
Nombre de taureaux :	193	104	114	5	619	250	373	7
(p.100)	(100)	(54)	(59)	(3)	(100)	(40)	(60)	(1)
Performances en contrôle (1) :								
.Vitesse de croissance (g/jour):...	1165±209	+51	+38	+124	1066±169	+44	+23	+181
	(100)	(+1)	(+1)	(+4)	(100)	(+2)	(+1)	(+6)
.Poids à 400 jours (kg):.....	560±40	+22	+ 8	+54	490±37	+15	+ 8	+ 42
	(100)	(+4)	(+1)	(+9)	(100)	(+3)	(+2)	(+8)
.Développement musculaire (pts):...	73,8±5,7	+1,8	+1,5	+4,0	56,3±5,4	+1,5	+1,0	+3,6
	(100)	(+2)	(+2)	(+4)	(100)	(+2)	(+1)	(+4)
.Développement squelettique (pts):.	71,8±5,4	+2,5	+1,0	+1,8	52,8±5,9	+2,1	+0,7	+5,9
	(100)	(+3)	(+1)	(+2)	(100)	(+2)	(+1)	(+6)
.Aptitudes fonctionnelles (pts):...	-	-	-	-	50,3±4,5	+1,8	+0,8	+4,7
					(100)	(+2)	(+1)	(+6)
.Qualités de race (pts):.....	71,6±5,2	+1,2	+2,0	-2,9	49,6±5,3	+1,7	+0,6	+3,7
	(100)	(+1)	(+2)	(-3)	(100)	(+2)	(+1)	(+4)

(1): moyennes ajustées pour la série et le groupe d'âge et écart-type résiduel pour les races Salers et Aubrac.
(-): valeur génétique standardisée.
Evalués = taureaux ayant terminé les contrôles ; Qualifiés = taureaux ayant reçu une recommandation raciale pour être utilisé comme géniteur ;
Diffusés = taureaux vendus ou repris volontairement par son naisseur, pour la reproduction par monte naturelle (m.n.) ou insémination artificielle (I.A.).
(3) sur écart à la moyenne des taureaux évalués.

livre généalogique des centres l'ayant demandée. Deux types de qualification sont décernés indépendamment par combinaison des critères de croissance et de conformation : type « Elevage » et type « Viande ». Le premier type correspond aux taureaux à poids et développement squelettique élevés, alors que le second type favorise les taureaux à fort développement musculaire. A partir de 1985-86, l'élaboration des résultats et l'indexation sont réalisées pour tous les centres sur les bases recommandées par le protocole national. Un indice global de sélection pour le classement des taureaux est calculé pour un objectif identique à celui décrit pour la race Limousine. Les taureaux ayant un indice supérieur à 102 reçoivent la qualification type « Elevage ». Parmi les taureaux non qualifiés, ceux ayant une croissance et un développement musculaire supérieurs à la moyenne (indice combiné pour un progrès équivalent sur ces 2 caractères) obtiennent la qualification type « Viande ». Ainsi pour les 4 centres charolais où les taureaux étaient pour la plupart inscrits au livre généalogique, 54 p.100 des taureaux évalués en 1984-85 ont été qualifiés « reproducteurs reconnus 1er degré ». Ils ont une supériorité de valeur génétique de +4 points d'indice pour le poids à 400 jours (+0,20 écart-type phénotypique) et de +1 à +3 points d'indice pour la conformation (+0,05 à +0,15 écart-type phénotypique), avec cependant des différences notables selon le centre d'évaluation.

5. Diffusion des taureaux évalués (fig. 2 et tabl. 9 et 10)

Jusqu'à ce jour, le mode principal de diffusion des taureaux évalués est la vente publique à l'issue des contrôles. L'impact de cette diffusion dans les élevages de sélection est étroitement lié à l'ancienneté des centres et au travail d'animation des maîtres d'ouvrage auprès des éleveurs. A partir des informations disponibles sur la destination des taureaux à l'issue de l'évaluation, nous avons essayé d'apprécier leur diffusion dans les élevages de sélection.

En races rustiques, pour les centres aubrac et gascon où les maîtres d'ouvrage sont propriétaires des animaux, les taureaux non qualifiés sont destinés à la boucherie. En race Salers où les éleveurs restent propriétaires de leurs taureaux, les non qualifiés sont soit abattus soit rendus à leur propriétaire. Par ailleurs selon le centre, de 0 à 9 p.100 des taureaux évalués (0 à 11 p.100 des qualifiés) sont destinés à l'insémination artificielle. Ces taureaux ont une valeur génétique supérieure aux taureaux évalués à la fois pour la conformation (+2 à +5 points d'indice soit +0,10 à +0,15 écart-type phénotypique) et surtout pour la croissance (+5 à +9 points d'indice soit +0,25 à +0,45 écart-type phénotypique). Le niveau génétique des taureaux destinés à la monte naturelle est évidemment moins élevé : +1 à +2 points d'indice (+0,05 à +0,10 écart-type phénotypique) pour la croissance et la conformation. Environ 2/3 à la totalité des taureaux évalués et qualifiés sont diffusés pour la reproduction (1/2 à 3/4 des taureaux évalués). 61 à 83 p.100 de ces taureaux qualifiés sont destinés à des troupeaux de sélection (inscrits au livre généaologique) pratiquant essentiellement l'élevage en race pure. Cette diffusion dans la base de sélection est relativement importante puisqu'en 1984-1985, les taureaux qualifiés représentaient presque 1/5 des taureaux de monte naturelle en service dans la race Aubrac (CHOMMIENNE, 1985), et près de 6 taureaux sur 10 entrant en centre d'évaluation en race Gasconne étaient issus de taureaux ainsi qualifiés. Le centre de la race Salers est trop récent pour en mesurer les retombées effectives dans la base de sélection.

En race Limousine, la quasi totalité des taureaux qualifiés à la station nationale sont destinés à la reproduction (94 p.100) dont 3 p.100 pour l'insémination artificielle et 47 p.100 dans les élevages de sélection. Les taureaux destinés à l'insémination artificielle montrent une nette supériorité de valeur génétique : +4 à +8 points d'indice (+0,20 à +0,40 écart-type phénotypique). Cependant une partie notable de taureaux évalués mais non qualifiés (56 p.100) ont également été diffusés pour la reproduction dont 14 p.100 dans les élevages de sélection. Cette proportion élevée de taureaux destinés à la reproduction (61 p.100 des évalués dont 27 p.100 seulement destinés aux élevages de sélection) explique pourquoi le niveau génétique moyen de ces taureaux est peu supérieur à celui des taureaux mis en évaluation (+1 à +2 points d'indice, soit +0,05 à +0,10 écart-type phénotypique).

En race Charolaise, la majeure partie des taureaux qualifiés sont destinés à la reproduction (76 p.100) dont 5 p.100 pour l'insémination artificielle. Si ces derniers ont une valeur génétique nettement supérieure notamment pour le poids à 400 jours (+9 points d'indice soit +0,45 écart-type phénotypique), les taureaux destinés à la monte naturelle ont une valeur génétique à peine supérieure à celle des taureaux mis en évaluation (+1 à +2 points d'indice soit +0,05 à +0,10 écart-type phénotypique). Seulement 20 p.100 des taureaux qualifiés sont diffusés dans les élevages de sélection. 10 p.100 des taureaux évalués mais non qualifiés sont aussi diffusés dans ces élevages. Les centres charolais ont donc joué essentiellement un rôle de diffusion de géniteurs des élevages de sélection vers les élevages hors base de sélection.

V. Conclusion

Ce premier bilan technique montre que l'efficacité des centres d'évaluation est notable même si l'accroissement du niveau génétique moyen à l'issue de l'évaluation reste encore insuffisamment élevé pour les taureaux destinés à la monte naturelle (+0,05 à +0,10 écart-type phénotypique en général). Il faut prendre en compte que les taureaux mis en évaluation sont déjà sélectionnés lors de leur recrutement, et qu'il est difficile d'en mesurer l'importance exacte. L'efficacité de l'évaluation sur performances individuelles peut encore être améliorée, notamment en appliquant de façon plus rigoureuse le protocole de contrôle et d'indexation des taureaux : augmentation des effectifs contrôlés, meilleure maîtrise du système d'allotement et de conduite, accroissement des durées des périodes d'adaptation et de contrôle et augmentation des niveaux de croissance pendant ces périodes. Cette rigueur technique peut être obtenue par une meilleure sensibilisation des maîtres d'ouvrage aux principes qui sous-tendent le protocole d'évaluation, par une assistance technique renforcée et par un soutien financier suffisamment incitatif et discriminant.

Fin 1985 nous disposions, pour 5 de nos races à viandes, de 11 centres d'évaluation sur performances individuelles contrôlant annuellement 800 à 1000 taureaux dont les 2/3 environ ont été

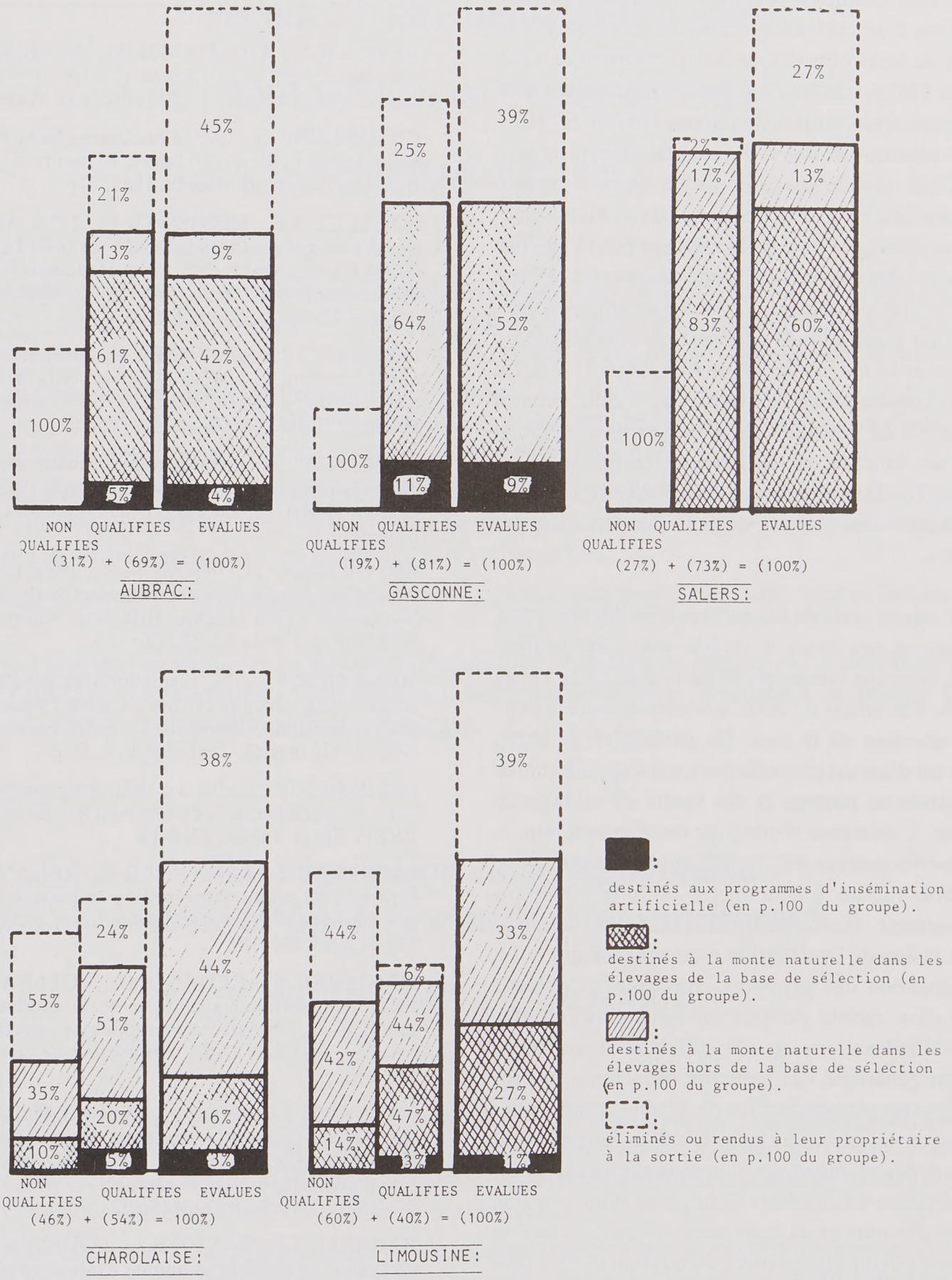


FIG. 2 : *Destination des taureaux de races à viande contrôlés en centre d'évaluation, selon la qualification et la race*

sélectionnés pour la reproduction par monte naturelle. C'est encore loin de couvrir les besoins potentiels de renouvellement des taureaux de ces races dans les élevages allaitants (25 à 35000 taureaux probablement). Cependant ces centres d'évaluation ont déjà fait la preuve qu'ils pouvaient être un puissant outil d'animation entre les différents partenaires impliqués dans la sélection de ces races. Pour les races rustiques, ces centres ont constitué une des bases de la relance d'une sélection collective et organisée au moment où la chute de leurs effectifs, le développement du croisement industriel, et l'impossibilité de mettre en œuvre des programmes liés à l'insémination artificielle imposaient une redéfinition des objectifs de sélection et une réorganisation des programmes de sélection. C'est aussi le cas aujourd'hui en race Limousine. De plus, il est indéniable que ces centres d'évaluation s'avèrent être des moyens privilégiés de développement pour l'amélioration génétique auprès des éleveurs de vaches allaitantes. D'une part, ils montrent l'intérêt de comparer objectivement les reproducteurs à sélectionner pour faire la part entre ce qui résulte de leur valeur génétique et ce qui est lié à l'environnement. D'autre part, ils font prendre conscience aux éleveurs que la connaissance de la valeur génétique d'un reproducteur n'est jamais certaine ni définitive, qu'elle est fonction de la base de comparaison et qu'elle peut être améliorée à chaque stade de sélection notamment entre le choix au moment du sevrage et l'observation des premiers descendants.

L'efficacité et l'impact réels de ces centres d'évaluation pour l'amélioration génétique des races à viande sont dépendants, outre du volume de taureaux concernés et de la qualité de l'évaluation pratiquée, de l'insertion de cette évaluation dans le programme global de sélection de la race. En particulier, le choix lors du recrutement est d'autant plus efficace qu'il s'appuie sur les performances objectives de parents et des veaux au sevrage de l'ensemble de la race. L'existence d'une base de sélection importante (contrôle des performances développé) et organisée (fichier racial et qualification raciale fonctionnels) est une condition nécessaire pour y parvenir. De même, la sélection liée à la diffusion des taureaux à l'issue de l'évaluation n'est efficace que s'il y a à la fois une indexation des géniteurs conforme à l'objectif racial, une qualification raciale prenant en compte prioritairement ces résultats d'indexation, et une diffusion directement fonction de la valeur génétique des taureaux (boucherie, reproduction dans les élevages de production de viande, renouvellement dans les élevages de sélection, inclusion dans les programmes d'évaluation sur descendance des taureaux de monte naturelle voire d'insémination artificielle). Cela passe donc par une volonté certaine des éleveurs et de leurs organismes de sélection de se doter et de promouvoir ces centres d'évaluation dans le programme racial de sélection.

Les centres d'évaluation sur performances individuelles des taureaux de monte naturelle étant aujourd'hui fonctionnels, il reste maintenant à les faire fonctionner au mieux pour répondre aux objectifs d'amélioration génétique choisis par les éleveurs des différentes races à viande.

REMERCIEMENTS

Nous tenons particulièrement à remercier tous les organismes et techniciens qui ont aidé au recueil des informations nécessaires aux bilans figurant dans ce document, ainsi que les stagiaires qui ont collaboré activement aux diverses analyses.

Références bibliographiques

BAKER R.L., WICKHAM B.W., MORRIS C.A., 1984. Relationship between central performance test for growth in Hereford bulls and growth and carcass traits of his progeny. *Anim. Prod.*, **39,** 371-382.

CHOMIENNE G., 1985. *Les éleveurs face à l'avenir et à la sélection des races bovines Aubrac et Salers.* Mémoire de fin d'études, Ecole Nat. Ing. Trav. agric., Bordeaux, 1985, 87p.

FOULLEY J.L., MENISSIER F., 1978. Arguments in favour of an evaluation system for natural service bulls belonging to beef breeds by taking into account the diffusion of the best A.I. bulls. 15th World Charolais Convention, September 16-20, 1978, Harrogate (United Kingdom), « Charolais », nº 52, 53-57.

FOULLEY J.L., MENISSIER F., 1982. Selection of beef bulls for terminal crossing. In : More O'Ferrall G.J. (Ed.), Beef production from different dairy breeds and dairy beef crosses. Martinus Nijhoff, The Hague, 221-243.

INRA, 1980. Recommandations en matière d'effectifs pour le contrôle individuel des taureaux de races à viande destinés à l'insémination artificielle. INRA (amélioration génétique des bovins à viande). Texte ronéoté, 6 p.

LUSWETI E.C., CURRAN M.K., 1981. Estimates of environmental effects and genetic parameters in beef cattle using both farm and station test records. 76th Meeting Brit. Soc. Anim. Prod., Harrogate (UK), 1981. *Anim. Prod.*, **32,** 382 (abstr.).

MENISSIER F., 1984. L'amélioration génétique de la productivité en viande des troupeaux bovins à viande : situation actuelle et perspectives. *« Agriculture Française : recherche et progrès »* 17 mai 1984, Gödöllö (Hongrie). Texte ronéoté, 56 p.

MENISSIER F., SAPA J., 1982. Programmes de sélection pour améliorer les performances de reproduction des bovins à viande. *Bull. tech. CRZV, Theix, INRA,* **47,** 5-14.

MENISSIER F., BERANGER C., RENAND G., 1984. Some considerations on performance testing on pasture for european beef breeds. In : Holmes W. (Ed.), *Grassland beef production.* Martinus Nijhoff, The Hague, 124-140.

MENISSIER F., RENAND G., COLLEAU J.J., GAILLARD J., 1986. Amélioration génétique de la production de viande bovine : orientations, objectifs et méthodes de sélection des aptitudes bouchères. In : Micol D. (Ed.), *Production de viande bovine.* INRA, Paris, 101-146.

MOCQUOT J.C., BIBE B., ELSEN J.M., 1984. Intérêt de l'insémination artificielle pour la sélection : comparaison de diverses situations. In Elsen J.M. et Foulley J.L. (Ed.), *Insémination artificielle et amélioration génétique : bilan et perspectives critiques.* INRA (Les Colloques de l'INRA), Paris, nº 29, 115-132.

PARNELL P.F., BAKER R.L., FOULLEY J.L., 1986. The efficiency and place of multi-herd animal evaluation procedures for beef cattle. 3rd World Congress on *Genetics applied to Livestock production,* July 16-22, 1986, Lincoln (USA), Vol. IX, 373-388.

RENAND G., 1983. *Analyse de la variabilité de la croissance et de ses composantes chez les bovins, conséquences pour l'amélioration génétique des aptitudes bouchères.* Thèse Doct. Ing. Sci. agr., Inst. nat. Agron. Paris-Grignon, 213 p.

SAPA J., MENISSIER F., 1987. L'évaluation et la sélection des taureaux de races à viande destinés à la monte naturelle en France . II. Le contrôle sur descendance en Ferme. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* (à paraître).

WILTON J.W., Mc WHIR J., 1985. Individual and progeny measurements of growth in station and herd tests. *J. Anim. Sci.,* **61,** 107-112.

VIENT DE PARAITRE

Les fourrages secs : récolte, traitement, utilisation[1]

XVIe Journées du Grenier de Theix

C. DEMARQUILLY Ed.

Malgré le développement important depuis une quinzaine d'années de l'ensilage d'herbe et de maïs en France, les fourrages secs (foins et pailles) constituent encore les aliments les plus utilisés, durant la période hivernale, pour alimenter les ruminants. Cet ouvrage, qui fait suite aux XVIe Journées du Grenier de Theix, fait le point des connaissances actuelles sur :

- **La récolte et la conservation des foins :** évolution de la plante au champ entre la fauche et la rentrée en grange, évolution du foin au cours de sa conservation. Adaptation des matériels et des techniques de récolte en vue d'accélérer la dessiccation. Pertes entraînées par la fenaison. Possibilités de conservation des foins humides.

- **La valeur alimentaire des foins et des pailles :** variations d'un fourrage à l'autre et modifications entre fourrages verts et foins. Influence de la complémentation des mauvais foins et des pailles. Amélioration par les traitements, notamment par le traitement à l'ammoniac. Prévision de la valeur alimentaire au laboratoire.

- **Utilisation des fourrages secs par les ruminants :** bovins en croissance et à l'engrais, vaches laitières, vaches allaitantes, ovins et caprins.

- **Mécanisation et aspects économiques :** état de la mécanisation. Chaînes de récolte et de distribution des fourrages secs. Comparaison avec l'ensilage. Organisation et intérêt technico-économique de la ventilation en grange. Coût du traitement à l'ammoniac. L'offre de pailles et les valorisations énergétiques.

La régulation de la lipogenèse et de la lipolyse chez les mammifères[2]

Ph. GUESNET et Y. DEMARNE

Pendant très longtemps, on a estimé à tort que le tissu adipeux était un simple tissu de stockage dépourvu d'activités métaboliques intéressantes. Au cours des dix dernières années, les maladies d'abondance, en particulier l'obésité, et le souci des zootechniciens de contrôler les aspects qualitatifs et quantitatifs du développement des masses adipeuses des animaux d'élevage, ont suscité un effort considérable en matière de recherche fondamentale.

L'objectif de cet ouvrage est de faire le point des connaissances acquises sur les mécanismes de biosynthèse et de dégradation des triglycérides de réserve, puis de montrer comment ils peuvent être modulés par voie endocrinienne. D'une façon permanente, on attire l'attention sur les aspects qui sont actuellement considérés comme bien élucidés et ceux qui donnent lieu à controverse. L'ouvrage se caractérise par une recherche des variations interspécifiques, et les résultats acquis chez l'Homme, chez les animaux de laboratoire ou chez les animaux d'élevage donnent lieu à des études comparatives. Enfin, les auteurs mettent particulièrement en évidence les modifications des orientations métaboliques de la cellule adipeuse ou « adipocyte » au cours de la gestation et de la lactation.

L'ouvrage est conçu de façon à être accessible au plus grand nombre. C'est pourquoi il comporte les rappels biochimiques et endocrinologiques nécessaires, afin d'assurer la compréhension de l'ensemble de l'étude.

(1) En vente à : INRA - Service des Publications. Rte de St-Cyr, 78000 Versailles ; 692 p., 210 F., réf. : 0820

(2) En vente à : INRA - Service des Publications. Rte de St-Cyr, 78000 Versailles ; 160 p., 85 F., réf. : 0819

VIENT DE PARAITRE

Atlas d'anatomie de la Chèvre (*Capra hircus* L.)[1]

Eliane CHATELAIN

La Chèvre, « parent pauvre » des Ruminants domestiques jusqu'à ce jour, n'a été que peu étudiée sur le plan anatomique. On assiste cependant actuellement à un regain d'intérêt à son sujet. Elle représente un type de Ruminant de petite taille, peu coûteux, facile à disséquer pour les étudiants et très démonstratif.

Cet atlas de la Chèvre domestique consiste en une série de planches claires, réalisées d'après dissection. Le sujet est traité région par région. Chaque région est étudiée sous l'angle de l'ostéologie, l'arthrologie, la myologie et, enfin, l'anatomie topographique présentée plan par plan avec, en place, les vaisseaux, nerfs et nœuds lymphatiques concernés.

Après 5 planches générales pour la mise en place des régions du corps et de la myologie superficielle, sont étudiées successivement : la tête (13 pl.), le tronc (16 pl.), les membres (thoracique : 7 pl. et pelvien : 15 pl.), puis les viscères thoraciques, abdominaux et pelviens, présentés, d'abord de façon isolée puis en place dans les cavités splanchniques (18 pl.).

Cet ouvrage, constitué de documents iconographiques faciles à consulter, représente un instrument de travail, d'utilisation pratique, pour tous ceux qui s'intéressent à la chèvre tant sur le plan scientifique que zootechnique.

Atlas du développement embryonnaire précoce chez les ovins[2]

S. WINTENBERGER-TORRES et C. SEVELLEC

La technique de transfert d'embryons chez les ovins, appelée à connaître une extension certaine, n'est possible que si la congélation et la conservation des embryons permettent de synchroniser le stade du cycle de la brebis receveuse et l'âge des embryons (des résultats satisfaisants sont obtenus pour des transferts d'embryons de 6 jours).

Les différentes étapes du développement embryonnaire entre la fertilisation et J10 sont représentées dans cette publication. Au cours de cette période, on a enregistré des anomalies de segmentations qui provoquent la dégénérescence des embryons. Les schémas, documents photographiques et coupes histologiques donnent les figures de développement normal par opposition aux figures anormales, ce qui permet d'éliminer les embryons non transplantables.

(1) En vente à : INRA - Service des Publications. Rte de St-Cyr, 78000 Versailles ; 206 p., 245 F., réf. : 0821

(2) En vente à : INRA - Service des Publications. Rte de St-Cyr, 78000 Versailles ; 52 p., 90 F., réf. : 0822

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs
et de l'Institut national de la Recherche agronomique
Directeurs de la Publication : C. MALTERRE et A. HODEN

I.N.R.A. Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles
Dépôt légal : 3ème trimestre 1987
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP